

HARMADKORI ÉS PLEISZTOCÉN
HÉVFORRÁSOK
TEVÉKENYSÉGÉNEK NYOMAI
A BUDAI HEGYEKBEN.

Dr. SCHRÉTER ZOLTÁN-tól.

(A VIII. TÁBLÁVAL ÉS EGY SZÖVEGKÖZTI ÁBRÁVAL.)

1911 november hó.

A hévforrások beható hidrogeológiai és fiziko-chemiai vizsgálatának szükségessége újabban mindinkább előtérbe nyomul, ha azokat gyakorlati és tudományos szempontból értékeljük. A hévforrások tudományos szempontból rendkívül fontosak, mert sok esetben az egyedüli hirhozói a föld belsejében végbemenő folyamatoknak. Hőmérsékletük által a földkéreg bizonyos részében uralkodó hőmérsékletről, oldatban tartalmazott anyaguk s elnyelve tartalmazott gázai alapján az eredési helyükön levő fizikai és chemiai viszonyokról szerezhetünk tájékozódást. A hévforrások azonban effluctio tekintetében (amelyen JACZEWSKI szerint valamely forrás ömlési módjainak összességét értjük), vízbőség, hőmérséklet és vegyi összetétel dolgában a legnagyobb változatosságot mutatják. Egymáshoz igen közel fakadó és nyilván azonos eredésű (egy víztartóból táplálkozó) hévforrások is a fentebb említett tényezők tekintetében sokszor a legnagyobb eltéréseket mutatják. Ilyen esetekben valóságos rejtélyek előtt állunk, amely tüneteknek teljesen elfogadható magyarázatát eddigelé nem hallottuk. JACZEWSKI L. most megjelent munkájában [48] ráutalt arra a körülményre, hogy a hévforrások a fentebbi szempontokból alig vannak kielégítőleg tanulmányozva, sőt ha szigorúan vesszük a dolgot, nagyon kevésre apad a megfelelőleg tanulmányozott források száma. De — ugyanazon szerző szerint — az adott körülmények közt tisztes hely illeti meg Magyarországot, mivel szakférfiainktól hévforrásainkra vonatkozó valóban abszolútbecsű adatokat tartalmazó közlemények jelentek meg.

JACZEWSKI a következő szavakkal végzi munkáját: «Budapesten kívül nem ismerek más olyan helyet, ahol a szükséges tudományos tekintélyek és a legérdekesebb ásványos források együtt volnának;... meg vagyok győződve arról, hogy Magyarország gyönyörű fővárosában a források részletes, tudományos kutatása — a minek igen nagy tudományos értéke lenne — meg is fog valósulni.» Ugyanennek az óhajnak adott kifejezést KALECSINSZKY S. is [30 és 45].

A budapesti hévforrásoknak, a természet eme nagyszerű adományának a beható, modern s minden szempontra kiterjeszkedő vizsgálatának szükségességét magunk is érezzük és óhajtjuk. Helyesebben kíváncsúnak tartjuk, hogy a meglevő adatok, különösen MOLNÁR kitűnő,

alapvető fontosságú művei s a többi szerzők munkálatai kiegészítésenek s KALECSINSZKY kezdeményezése folytatásra találjon. A budapesti hévforrások a forrásoknak nagy száma, azok különböző vegyi összetétele, különböző hőmérséklete, egyes források vízszolgáltatásában és hőmérsékletében mutatkozó s egyéb természeti jelenséggel okozati összefüggésbe hozható ingadozása, ugyanazt a földalatti víztartót megcsapolt artézi kutak jelenléte s egyéb körülmények folytán kiválóan alkalmasak, valósággal predesztinálva vannak alapvető tanulmányok végzésére. Miután kétségtelen, hogy szakférfiaink — akikre JACZEWSKI is hivatkozik — fel fogják karolni a budapesti hévforrások tanulmányozásának eszméjét, remélhető, hogy a hévforrások egyöntetű, modern, fiziko-chemiai és hidrogeológiai vizsgálata mielőbb megindul.

*

A hévforrások tanulmányozásánál felvetődik az a kérdés, hogy mikor kezdődött a mai hévforrások működése; átnyúlik-e esetleg azoknak keletkezési ideje más, régebbi földtani korszakba? Ha pedig ezt több-kevesebb valószínűséggel ki tudjuk mutatni s megállapítjuk, hogy a mai hévforrások a régieknek mintegy leszármazottjai, az a kérdés hívhatja fel érdeklődésünket, vajjon kimutatható-e a hévforrások tevékenységében valamely irányú fejlődés a legrégibb időktől máig?

A budapesti hévforrásokra vonatkozólag ezekre a kérdésekre óhajtok választ adni a jelen értekezésben, vagyis a budapestvidéki hévforrásoknak a geológiai időben végbement fejlődéstörténetét óhajtom vázolni. Meg kell azonban jegyeznem, hogy ezirányú vizsgálataimat korántsem tarthatom lezártaknak, sőt további földtani és főleg vegyi-fizikai vizsgálatokat tartok szükségesnek. További vizsgálatok kétségkívül jelentékenyen bővíteni fogják adataimat, amelyeket abban a reményben közlök, hogy ezáltal némi szolgálatot tehetek azoknak a szakférfiaknak, akik majd a budapesti hévforrásokat tanulmányozni fogják.

Alantabb következő fejtegetésemben szükségesnek vélem először megállapítani a mai budapesti hévforrások jellegét, természetét, hogy ebből kiindulva a régi hévforrások feltételezett nyomait vizsgálhassuk. A második részben a harmadkori és pleisztocén hévforrások tevékenységének nyomait írom le; a harmadik részben a hévforrások tevékenységének legrégibb nyilvánulásától az egyes földtani korszakokon keresztül máig követem azok fejlődésmenetét.

I. A budapesti hévforrások jellege.

Mindenekelőtt azt kell eldöntenünk, hogy milyen eredésűeknek tartsuk a budapesti hévforrásokat, mert csakis ennek eldöntése után indíthatjuk meg valamely irányban a régi hévforrások nyomozását. Itt néhány ismert, általános elvet kell előrebocsátanom.

Ismeretes, hogy SUESS EDE a forrásokat juvenilis és vadózus forrásokra osztotta fel. Előbbiekben a föld belsejéből közvetlenül feljövő, a földfelületi körforgásban még nem szerepelt vizet érti; utóbbiakon pedig a csapadék alakjában lehulló és a földkéreg kőzeteibe szivárgó víznek kedvező körülmények közt források alakjában való felszállását érti. A juvenilis források ismertetőjelei gyanánt a víz hőmérsékletének, vegyi összetételének, lúgtetésének és a vízhozománynak változatlansága tekinthető. (Utóbbit JACZEWSKI csatolta a SUESS-tól megállapított előző tényezőkhöz.) A vadózus forrásoknál ellenben a fentebb említett tulajdonságok egy év leforgása alatt okvetlenül kisebb-nagyobb változást szenvednek. Vannak végül olyan források, amelyek eredetileg juvenilisek, de felszállásuk közben több-kevesebb vadózus víz is hozzájuk keveredik. Ezeket vegyesjellegű forrásoknak nevezhetjük.

A budapesti hévforrások keletkezésének magyarázatát először SZABÓ JÓZSEF dr. adja [3, 5. és 11. old.] a következőkben:

«A meleg források eredését, miként tudva van, a tudomány jelen állásában akként magyarázzuk ki, hogy a külvíz áteresztő kőzetek tömegén, vagy kevésbé áteresztők hasadásain olyan mélyen szivárog le, míg a föld saját melegének körébe jutott, annak hőfokát felveszi s ha a körülmények kedvezők, ugyanazzal ismét a felületre nyomatik. Útközben felfelé az igaz, hogy oly rétegekkel érintkezik, melyeknek hőfoka csekélyebb, sőt az évszak szerint változó; ez azonban mitsem tesz, ha a feltolás gyorsan történik s a feltolt víz mennyisége tetemes. Az útjában találkozó kőzetekre behat, azokból részeket vesz fel s ezeket benne az elemzés kimutatja.»

«Röviden összevonva tehát meleg forrásaink képződése következő: a külvíz leszivárog részint a kőzetek likacsain, részint

az utolsó emelkedéskor támadt hasadékokon vagy 5300 lábnyi mélységre a föld középpontja felé s felveszi az ott uralkodó hőfokot. E hőfokkal s tetemes nyomással fegyverkezve siet hidrosztatikai befolyás következtében fölfelé; útjában hal a trachytra,¹ a fehér tömött mészre, a dolomitra, a nummulitmészre, az eocén márgára meg a neogén agyagra s a felvett részekkel terheltlen érkezik a felületre; itt magasabb a hőfoka, de kevésbé tömény ott, hol rövidebb úton s nagyobb tömegben tódul elő (józsefhegyiek); ellenben alacsonyabb a hőfoka, de töményebb, hol csekély mennyiségben volt kénytelen hosszabb utat tenni (gellérthegyiek).»

Tehát SZABÓ tisztán vadózus eredetűeknek tartja a budapesti hévforrásokat, a miket a hidrosztatikai nyomás hajt fel.

Ugyanezt az elvet vallja MOLNÁR JÁNOS [5 és 14], majd később ZSIGMONDY VILMOS [18 és 19] s utóbbi nyomán A. TSCHEBULL [28] is.

A hévforrások vadózus voltának elméletét még határozottabban kifejti s a feltételezetten végbemenő folyamatot szelvényekben is érzékíti SCHAFARZIK FERENC dr. [31], akinek leírását és ábráit BÖCKH HUGÓ dr. is átvette földtani tankönyvébe. Ez a felfogás azóta teljesen átment a köztudatba Magyarországon.

Egészen más felfogásnak ad kifejezést FRANZ E. SUESS a bécsi Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 48. kötetének (1898) 425. s következő lapjain a földalatti víz mozgásáról, közelebről a teplitzi hévforrásokról írt művében. Itt azt írja: «Ha a hévforrások nem eruptív előfordulásokkal állanak összefüggésben, akkor hatalmas csoportokban lépnek föl, amelyek az általános tektonikai viszonyokkal állnak összefüggésben s ekkor sem lehet az egyes hévforrások fel-lépését valamely helyi véletlenségnek tekinteni. Főképen nagy vetődések és törési zónák azok, amelyek a mélység vizeinek mintegy egyes csatornában való felszállását lehetővé teszik.» Ezután pár szóval megemlékezik PETERS és ZSIGMONDY nyomán a budapesti hévforrásokról és mésztufaelőfordulásokról, majd így folytatja: «A hévforrásoknak azelőtt oly tetemesen magasabban való fekvése semmiesetre sem szól azon igen elterjedt nézet mel-

¹ Ez időtájt (1851—56), a hazai földtan gyermekkorában, a szentendre—visegrádi andezit («trachyt») hegységet tartották a legrégibb, legalsóbb képződménynek, amelyet tehát Budapest alatt is a nagy mélységben jelenlévőnek véltek. A «fehér tömött mészkő» alatt a rhätiumi dachsteinmészkő értendő, amely a valóságban a dolomit fölött s nem alatta következik. Az eocén márgába bele van értve a mai alsóoligocén budai márga is; neogén agyag alatt pedig az alsóoligocénkori kiscelli agyagot kell értenünk. SCHRÉTER.

lett, hogy a hévvizeket kizárólag a közeli hegységben leszivárgott atmoszferikus víz hidrosztatikai nyomása hajtja föl.» Tehát ebből — a bár nem egészen határozott — nyilatkozathól kitetszik, hogy F. E. SUESS a budapesti hévforrások juvenilis eredetére gondolt.

LÓCZY LAJOS dr. egy helyütt STAFF JÁNOSNAK a Gerecsehegységről szóló munkájában azt a megjegyzést teszi [42, 188. old.), hogy úgy a tatai, mint a budapesti városligeti artézi kút vizének kénhidrogéntartalmából azoknak juvenilis eredetére is következtethetünk.

KALECSINSZKY SÁNDOR dr. a margitszigeti artézi kútról szóló fontos munkájában [45, 342] úgy nyilatkozik, hogy a margitszigeti artézi hévziven «kimutatott hőcsökkenés és az évi hőfokingadozás mellett szól, hogy a budai thermák főtömegükben vadózus, azaz a felszínről infiltrált vízi eredetűek. A hévvizek vegyi összetétele azt mutatja, hogy tipusos dolomitos vízzel van dolgunk, de az egyes alkotórészekből arra is következtethetünk, hogy kisebb arányban juvenilis vizek is keverednek hozzá». Továbbá az összefoglalásban: ... «a budapesti thermák főtömegükben vadózus eredetűek és csak kisebb részben keverednek hozzá juvenilis vizek».

PÁLFY MÓR dr. [46, 16] megjegyzi, hogy «olyan thermáknál, amelyek lapos területen fakadnak, mint pl. a budapesti margitszigeti és városligeti artézi kút, a vízgyűjtőként szereplő hegységből alig várhatunk nyomást. A budapesti források vízgyűjtője ugyanis — a budai hegység dolomitja — annyira össze van hasadozva, hogy a hasadékokban összegyűlt víz csakis vízszorító réteg alatt fejthetne ki hidrosztatikai hatást. Ilyen pedig a budai hegységben nagy részben oly alacsony szintjában fordul elő, hogy attól a források hidrosztatikai nyomást alig kaphatnak.» Megjegyzi azután, hogy a hazai thermális források közül egyet sem tud tisztán juvenilis forrásnak tekinteni. A budapesti hévforrások vizének egy részét azonban juvenilis származásúnak tartja. Ez kitetszik világosan a következő mondatából: «A víz (t. i. a felülről leszivárgó atmoszferikus víz) a thermális hasadékhoz érve, az ott alulról feltörő forróvíztől, vízgőztől és gázoktól felmelegszik.»

JACZEWSKI LEONÁRD [48, 12] megfigyelte és leírta a margitszigeti artézi hévviznek és a római fürdő langyos forrásának ritmusos lüktetését. A ritmusos lüktetés tünetnyét pedig a juvenilis források jellemző sajátágául említi fel, tehát ebből nyilvánvaló, hogy a budapesti hévforrásoknak elsősorban juvenilis eredetére gondol, de emellett — úgy látszik — valószínűnek tartja, hogy kisebb-nagyobb mértékben

vadózus víz is keveredik az egyes hévforrásokhoz. Ennek a gondolatnak azonban ilyen alakban írásban nem ad kifejezést s csak a sorok közül olvashatjuk ezt ki.

LÓCZY LAJOS dr. legutóbb a kissármási földgázról tartott előadásában¹ ezt mondta: «... a budapestmelléki hévizek is nagyobb mélységben kondenzálódó vízgőztől származnak, ú. n. juvenilis források...»

Látjuk tehát, hogy a budapesti hévforrások keletkezését, jellegét illetőleg két ellentétes nézet uralkodik. Nézzük már most azt, hogy melyiket igazolhatjuk meggyőzőbb érvekkel.

Ha föltételezzük, hogy a budapesti hévforrásokat a csapadékvíz táplálja, úgy beszivárgási terület gyanánt azokat a triász-dolomitból, dachstein mészkőből és helyenként rájuk települt eocén orbitoideses mészkőből álló hegyrögöket tekinthetjük, amelyeket minden oldalról a vízhatlan oligocénkorú budai márga és kiscelli agyag (s az utóbbiakra helyenként rátelepült lösz) vesz körül. A lesüllyedt területeken (a medencékben) fekvő márgára és agyagra hulló csapadékvíz természetesen lefolyik vagy elpárolog, csak a fölöttük lokálisan fellépő löszbe szivárog be a csapadék egy része. Ha tehát feltételezzük azt, hogy a budai dolomit- és mészkőrögök területén lehulló és ott felhalmozódó csapadékvíz hidrosztatikai nyomása hajtja fel a budapesti hévizeket, akkor az eddig uralkodó nézet szerint egy magasan fekvő víztartót kell a budai hegyek dolomit- és mészkőtömegében feltételeznünk, amely a szükséges hidrosztatikai nyomást előállítja. (Egyelőre ne vegyük számításba PÁLFY és KALECSINSZKY újabb nézetét.) Csakhogy az a kérdés, hogy milyen magasan fekszik ez az állítólagos vízmedence, illetőleg milyen magasan fekszik a tenger színe felett s egyszersmind a mai hévforrások kibukkanása pontja felett a budai hegyekben foglalt karsztvíznek a tükre.

Mindenesetre jóval, legalább 200—300 m-rel magasabban fekvő felületű víztartót kell a budai hegyekben keresnünk (a mai források kifolyási magassága felett), ha az eddigi, a közlekedő csövek törvénye alapján álló elmélettel akarjuk hévforrásaink felszállását megmagyarázni. Nem ismeretlen a szakemberek előtt, hogy igen sok forrásnak, hévforrásnak és artézi kút vízének felszállását lehetetlen ezzel az elmélettel magyarázni. Legközelebb eső példák a Nagyalföldünk artézi kútjai. Az Alföld mélyében lerakódott, gyorsan kiékelődő, lencsealakú, vizet tartalmazó homokrétegek sehol sem bukkannak a felszínre, tehát a felszínen beszivárgási területük ma nincs. De nem is juthatnak a fel-

¹ LÓCZY LAJOS dr.: A kissármási földgázforrásról. Különlenyomat a Magyar Vegyészek Országos Kongresszusának kiadványából. Budapest, 1910. 8. old.

színre egyszerre 200—600 m mélységből, ha ismerjük először is azt a körülményt, hogy a rétegek vízszintesen vagy közel vízszintesen rakódtak le s ebből a helyzetükből maig nem mozdultak ki; másodsor pedig tisztában vagyunk azzal, hogy az Alföldünket a mélyben felépítő rétegek lencsés szerkezetűek, vagyis minden irányban gyorsabban, vagy pedig nagyobb távolságra kiékelődnek. A kavics lassankint homokba megy át, a homok pedig agyagba. Ez utóbbit világosan mutatják az Alföldünk ugyanegy városában mélyesztett artézi kutaknak a szelvényei (l. HALAVÁTSNAK idevonatkozó munkáit). Azt hiszem, minden szakember tisztában lehet és van azzal, hogy magasabban fekvő víztartók, amelyből Alföldünk artézi kútjai táplálkoznának, nincsenek. Ugyanezt írják le külföldről is több esetben; különösen szembeötlő példákat nyújtanak e tekintetben a hatalmas vízbőségű ausztráliai artézi kutak.¹

Nyilvánvaló, hogy ezekben az esetekben elfogadhatóbb magyarázatot kell keresnünk.

Visszatérve a budapesti hévforrásokra: ha ilyen magasán fekvő víztömeget feltételezünk a budai dolomit- és mészkőhegyekben, akkor véleményem szerint a budai hegyek területének nem vízszegénynek, hanem forrásokban, vízfolyásokban bővelkedőnek kellene lennie. Hogy egy hasonlattal éljek: mint egy túltelített, kicsorbult szélű edényből, mindenfelől kellene forrásoknak kibugyogniok a régi hegyrögökből. Mert az említett permeabilis hegyrögöket a vízhatlan márga- és agyagtakaró nem veszi minden oldalról egyenletesen körül; helyenként ez a védőtakaró elerodálódott az idők folyamán s az alaphegység meg lehetős mély szintben is feltáródott. Azonkívül nemcsak a márgát, de még az agyagot is minden irányban számos repedés hatja át, úgy hogy egyes repedések mentén kétséggkívül forrásokat vagy legalább vízszivárgásokat kellene lelnünk, mert a hidrosztatikai nyomás a hegyoldalokban ilyen repedéses helyeken mindenesetre kiszorítaná a vizet, ami természetesen forrásokat vagy vízszivárgásokat eredményezne. Ez a jelenség azonban sehol sem észlelhető s a budai hegyekre általában jellemző a forrásban való szegénység.

Hogy azonban a budavidéki dolomit és mészkőrögök karsztvizet tartalmaznak, az kétségen felül áll; csak hogy annak nivója jóval alacsonyabban fekehetik a fentebb jelzett magasságoknál, úgy hogy annak hidrosztatikai nyomása aligha elegendő a budapestvidéki hévforrások felszínre kerülésének megmagyarázására.

¹ GREGORY J. W. erre vonatkozó munkája alapján GUBÁNYI KÁROLY ismertette az ausztráliai artézi kutakat a «Foldrajzi Közlemények» XXXV. k. 8. füzetében. 1907.

A dolomit és mészkörögök repedéseiben és üregeiben felhalmozódott atmoszferikus víz jelenlétét eléggé sajnálatos módon igazolták az esztergomvidéki és a vörösvár-szentivánvidéki barnaszénbányákba történt vízbetörések. Itten tudniillik, ha a szénbányamiveleteknél kellő elővigyázat hiján megütik az alaphegységet,¹ oly nagymennyiségű víz tódul a bányába, hogy az egész bányamiveletet is elfulladászthatja, amint ez Tokodon és Dorogon történt, hol emiatt az üzemet is kénytelenek voltak beszüntetni.

Az esztergomvidéki szénbányákba történt vízbetörésekről s ezzel kapcsolatban a budapest-esztergomvidéki dolomit és mészkörögök karsztvizardalmáról először TSCHEBULL ANTAL [28] értesítette a szaköröket, aki munkájában annak a nézetének ad kifejezést, hogy Budapest vízszükségletét épen ezekben a hegyrögökben felhalmozódott vízzel lehetne fedezni. (Ez a munka t. i. a budapesti állandó vízvezeték felállítása előtt kelt.) Újabban STEGL K. [44] ismertette behatóbban az újabb vízbetöréseket s érdekes és becses adatokat szolgáltatott hegységünk karszthidrologiájához.

Az összes elfulladásztott aknáknál — kilencről tesz említést STEGL — azt tapasztalták, hogy a víz 126 m tengerszínfeletti magasságig emelkedik, azontúl pedig nem. P.-Sz.-Ivánon pedig 132 m t olvastak le a manometeren, de STEGL szerint itt is kétségkívül 126 m t. sz. f. magasságra emelkedett a víz s a 6 méter többlet a manometer hibájául tudandó be. Tehát az esztergomi és a szentiváni barnaszénterületeken 126 m t. sz. f. magasságúnak kell tekintenünk a repedezett likacsos alaphegységben foglalt karsztvíz tükrét. Az analogia alapján azt hiszem, elég nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy a budapestvidéki régiebb hegyrögökben is körülbelül hasonló magasságú a karsztvíz felszíne. Pozitív bizonyítékok erre vonatkozólag még nincsenek.

Ha ezt a magasságot a budai hegyrögökben foglalt víz felszínének magasságául elfogadjuk, úgy kb. 20 m magasságkülönbséget találunk a ma felfakadó hévforrások kibukkanási pontja (104—110 m t. sz. f) és a budai hegyek karsztvizének felszínének magassága között. Ez a 20 m-nyi magasságkülönbség pedig aligha hozhatja létre a budapesti hévforrásokat.

Egészen más szemmel nézi PÁLFY M. [46, 17] a budapesti hévforrások felszínre emelkedésének kérdését. Felemlíti, hogy a lapos terü-

¹ Néha a széntelepet a mészkő alaphegységtől elválasztó, elszigetelő agyagréteg oly vékony, hogy a nagy nyomás alatt levő víz azt minden elővigyázat dacára keresztülszakítja; néha, ha a széntelepeket tartalmazó rétegcsoportot is átjáró fiatalabb vetődésekhez jutnak a bányamiveletekkel, történnek vízbetörések.

leten fakadó hévforrások kellő hidrosztatikai nyomást nem kaphatnak a budai hegyek felől, tehát más magyarázatot gondol ki azoknak a felszállítására. Szerinte: «az atmoszferikus víz a közlekedő edények egyik szárában — a vízgyűjtő területen — leszivárog a közethasadékokon. A víz a thermális hasadékhöz érve, az ott alulról feltörő forró víztől, vízgőztől és gázoktól felmelegszik. Így a közlekedő edény másik szárába melegvíz jut. Tekintve a hőfok emelkedésével a vízoszlop kiterjedését és kisebb fajsúlyát, a beszivárgó vízoszlop nálánál okvetlenül magasabb melegvíz oszlopot fog egyensúlyban tartani. Így tehát a melegvíznek kiterjedése által létrejött magassági különbséget elégséges arra, hogy a beszivárgó hidegvíz vele egy szintjában és a melegvíznek a felület fölé való emelését okozza». Felemlíti, hogy a nagyobb sótartalommal járó nagyobb fajsúly, valamint a tartalmazott gázok befolyással vannak a folyamatra; előbbi gátlólag, utóbbi elősegítőleg hat a hévvíz felemelkedésére.

KALECSINSZKY S. kísérletileg óhajtotta ezt az elméletet beigazolni és sikerült is elérnie azt, hogy egy 1 m hosszú közlekedőedény egyik szárában a 100 fokra felhevített víz felszíne 46 cm-rel állott magasabban, mint az edény másik szárában álló 12 C°-os víz. PÁLFY megjegyzi azonban, hogy további kísérletezést tart szükségesnek a dolog végleges tisztázására.

Lássuk már most, hogy milyen érveket hozhatunk fel a budapesti hévforrások juvenilis eredete mellett.

A hévforrások vegyi alkata részben juvenilis eredetre utal, mert több olyan elemet, illetőleg vegyületet tartalmaznak, amelyeknek jelenléte normális vadózus vízben alig, vagy egyáltalában nem származtatható le. Ilyeneknek tekinthetők: F , Ba , Sr , SiO_3 , PO_4 , CO_2 , COS és bórsav.

Juvenilis eredetre utal továbbá a hévforrásoknak kénhidrogén-szaga és főleg a kén lerakása. A kénhidrogén-szag ma már kevésbé érezhető. MOLNÁR idejében a Császárfürdő főforrásánál igen jól érezhető volt; ugyanitt ma is érezhető. Ép így érezhető volt a Császárfürdő felett, a Zsigmond-utca 44. számú ház pincéjében 1911 novemberében véletlenül megnyitott forrás vizén is. MOLNÁR megjegyzi továbbá, hogy a kénhidrogén-szag a Rácfürdő vizénél, a lukácsfürdői és császárfürdői vizeknél ott, ahol a víz sebesebben folyt, szintén érezhető volt. Ellenben MOLNÁR szerint [14] régebben igen feltűnő volt a hévforrások kénhidrogéntartalma, de ez az idők folyamán mindinkább csökkent. Ma jól érezhető a kénhidrogén-szag a margitszigeti és városligeti artézi hévforráson. KALECSINSZKY felemlíti [30, 311], hogy az eskütéri hid budai hidfőjének alapozási munkálatainál 1898 augusztus 31-én meg-

nyitott hévforrásnak szaga gyengén, de határozottan kénhidrogénre emlékeztetett.

A kén lerakódása szintén előfordul hévforrásainknál. MOLNÁR [14] leírja, hogy a józsefhegyi forráscsoporthoz tartozó királyfürdő medencéjének nyílásánál a zárkövek belső oldalát s a medence boltozatját kénfellengüléssel bevonva találta. Máshol [14, 230] ugyanerre vonatkozólag a következőket jegyzi meg: «Ha a lukács- és császárfürdői forró források medencéikben a szabad levegőtől huzamosabb ideig elzártnak, úgy a medence felső részében fellengült tiszta kén található.» Ma szép sárgás és szürke bevonatokat alkotva, a margitszigeti artézi kút vizéből rakódik le a kén, egyes kénkiválasztó alga-fajok hatására

Az alsóausztriai ú. n. belső alpesi medence szegélytörésein fakadó hévforrások, nevezetesen az ismert «Thermenlinie»-n fakadó hévizek, a források természetét s a földtani viszonyokat illetőleg igen hasonlóak a budapesti hévforrásokhoz. Ezek közül a hévforrások közül pedig több (mint pl. a badeni) kéntartalmú, amelyeket SUESS E.¹ úgy értelmezett, hogy azok nem egyebek, mint régi solfatarák utolsó maradványai. Ezt a nézetet támogatja az a tapasztalat, hogy a medence keleti szélén, pl. Somorjánál és a L. m. bruck-királyhidai Császárköbányában a lajtamészkö likacsaiban kétségtelen utólagos képződésű kén található SUESS E. szerint. Ebből egyszersmind azt is következteti, hogy a régi solfataratevékenység sokkal kiterjedtebb jelenség volt. J. KNETT² ezekről a kénes forrásokról egyenesen mint solfatarákról emlékezik meg. R. HOERNES³ is az előbbi szerzők alapján mint solfatarákról szól a szóbanforgó hévizekről.

Miután az említett ausztriai hévizek és a budapesti hévizek közt az analogia e tekintetben is eléggé szembeötlő, eléggé sok valószínűséggel állíthatjuk, hogy a budapesti hévizekben is egy régi kisebb-szerű solfataratevékenység utolsó gyenge nyilvánulását kell látnunk.

A margitszigeti és a római fürdő forrásainak JACZEWSKITŐL [48] felemlített lüktetése is utal azoknak juvenilis eredetére (föltéve, ha ez a jelenség kétségen felül állandó jellegnek bizonyul a jövőben egyéb juvenilisnek tekintett hévizeknél is). Ez a jelenség valószínűleg az

¹ SUESS E.-nek KARRERhez intézett levelei, közölve KARRER: Geologie der Kaiser Franz-Josef Hochquellenwasserleitung. Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. IX. Bd. p. 207.

² J. KNETT: Vorläufige Mitteilung über die Fortsetzung der Wiener Thermenlinien nach Nord. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1901, 244. old.

J. KNETT: Neue Erdbebenlinie Niederösterreichs. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1901, pag. 260.

³ R. HOERNES: Bau und Bild der Ebenen Österreichs. pag. 154. Wien, 1903.

összes budapesti hévforrásoknál megvan, csak eddigelé még nem figyelték meg. Azonkívül a hévforrásoknak a valószínű hidrosztatikai nyomás szabta határnál magasabbra való szállása nézetem szerint szintén emellett szól. A juvenilis eredet mellett bizonyitana úgylátszik a hévizeinknek kimutatott radioaktivitása is.

Tehát ezek alapján hajlandó vagyok a budapestvidéki hévforrásokat elsősorban juvenilis eredetűeknek tekinteni. De viszont kétségtelennek tartom, hogy az egyes hévforrásokhoz különböző mértékben vadózus víz is hozzákeveredett. Erre utal elsősorban a különböző hévforrások különböző ásványossága. Egyes budapesti hévforrások jóval nagyobb mennyiségű szilárd maradékot adnak, mint mások. Ez a jelenség szoros kapcsolatban van a források különböző hőfokával. A magasabb hőmérsékletű hévforrások t. i. mindig ásványosabbak a langyosaknál, úgy hogy önként következik a szabály, hogy a langyosabb s egyszersmind higabb hévforrásokban a juvenilis vízhez több vadózus víz keveredett felszállás közben. Erre utal továbbá a hévforrásokból szolgáltatott víz mennyiségnek s ezzel kapcsolatban a hőmérsékletnek az ingadozása. Csekélymértékű hőmérsékingadozást megfigyelt KALECSINSZKY [45] a margitszigeti artézi hévforráson ($42.4-42.7^{\circ}\text{C}$), amiből az egész hévforráscsoport túlnyomó vadózus eredetét következtette. Sokkal jelentékenyebb mértékben való ingadozást észlelt MOLNÁR J. [14] a Sárospárdó forrásán, még pedig úgy vízszolgáltatás, mint hőmérséklet dolgában. Mindkettőre nézve megállapította azt, hogy azok ingadozása párhuzamos a Duna vízszíneének emelkedésével vagy süllyedésével. Nevezetesen a Duna alacsony vízállásánál kevés vizet szolgáltat: 7500—8000 köblábat 24 óránként; a Duna huzamosabb magas vízállásánál 20.000 köblábra is fokozódik a 24 óránkénti vízszolgáltatás. A forrásvíz hőmérséklete pedig alacsony Dunavízállásnál 41.5°C -nyi volt, magas Duna-vízállásnál pedig 45°C -ra, sőt 48.7°C -ra, egyes esetekben állítólag 50°C -ra is felemelkedett [14, 205—6].

MOLNÁR felemlíti továbbá, hogy a józsefhegyi forrásoknál is észlelhető a magasabb dunai vízállásnak a hőmérséklet emelkedésére gyakorolt befolyása. Így a lukácsfürdői ú. n. alaguti forrás vízének 31°C -nyi hőmérséklete magasabb vízállásnál 32.7°C -ra emelkedett. Ezt a jelenséget MOLNÁR úgy magyarázta, hogy a magasabb vízállás alkalmával a Duna vize a mederben levő hévforrások nyílását elzárja s a nagy nyomás miatt a hévvíz itt fel nem emelkedhetik. Ilyenkor az összes hévvíz és gáz a Sárospárdó forráscatornájába tódul s itt emelkedik fel, ahol ez a nyomás nincs meg s így itt a vízmennyiségnek és hőmérsékletnek jelentékeny emelkedését okozza. Ez a magyarázat ilyen alakban teljesen elfogadható.

Azonkívül SUSS F. E.-nek a teplitzi hévforrásokra vonatkozó fejtegetései alapján [32] is igen valószínűnek tekinthetjük, hogy a számos mellékrepedésen felemelkedő és lassan szétszivárgó juvenilis vízre a vadózus víz szintjének erősebb emelkedése tetemesen nagyobb nyomást gyakorol s annak felemelkedését és szétszivárgását ezekben a mellékcsatornában tetemesen hátráltatja, sőt meg is szünteti. Evvel kapcsolatban a vadózus víznek a gyorsabb és erősebb felszállásra, keringésre kényszerült juvenilis vízhez való hozzákeveredése ebben az esetben csak jóval kisebb mértékben lehetséges. Továbbá a gyakorolt nyomás nemcsak a hév víznek a főcsatornába való erőteljesebb felszállását, hanem természetesen a víztömeg gyarapodását és hőmérsékletének emelkedését is okozza, miután minden hév víz úgyszólván ide tódul.

A fentebb elmondottak alapján a budapestvidéki hévforrásokat tehát vegyes jellegű forrásoknak tekintem, amelyeknek vize elsősorban juvenilis víz, amelyhez az egyes forrásoknál különböző mértékben vadózus víz is hozzákeveredett. Az utóbbi a mezozoikus és paleogén kőzetekből felépült hegyrögök területén lehullott és leszivárgott csapadékvízből (részben pedig, főleg az artézi kutaknál, az Alföld medencéjét felépítő neogén képződmények különböző víztartó horizontjaiból) származik. A hévforrásainknak felszínrejutásában nem tulajdonítanék semmi szerepet sem a budai hegyekben lehulló és leszivárgó atmoszferikus víz hidrosztatikai nyomásának, sőt még PÁLFY közvetítő s igen szellemes elméletét sem tartom feltétlenül szükségesnek segítségül hívni a budapesti hévforrások felszínre emelkedésének magyarázatánál. Azt hiszem, hogy a hév vizek, amelyek a mélyben eredetileg mint juvenilis vizek indulnak a felszín felé, önerejükkel, a magukba foglalt vízgőz és gázok¹ segítségével emelkednek felfelé, amely folyamat változatlanul tart akkor is, amikor a különböző víztartó horizontokból a vadózus víz is már hozzájuk keveredett.

¹ Egyes budapesti hévforrásoknak gázban való dús voltát már MOLNÁR kellőképpen kiemelte [14, 229]. Az ő idejében a gázok felszállása legjobban a józsefhegyi forrásoknál volt tapasztalható, ahol az alsó forró tó kiürítésénél a Lukácsfürdőben a pusztá gáz oly feszüléssel tört föl, hogy töleszerű nyílást fűrt s az apró fölrobbanások alkalmával szapdarákokat dobott föl. A gáz vegyi összetétele 94% N, 5% szén-sav, 1% O. A gázok hőmérséklete mindig nagyobb a vízénél, amelyből fölbugyborékol.

II. A harmadkori és pleisztocénkori hévforrások tevékenységének nyomai a budai hegyek területén.

Az előzőekben megemlítettem, hogy a hévvizetek szilárd maradékában kimutatható anyagok közt olyanok is előfordulnak, amelyeknek csak juvenilis úton való származása képzelhető el. Lehetnek továbbá valamely hévvízben egyes elemek oly csekély mennyiségben is jelen, hogy azoknak vegyi úton való kimutatása nem lehetséges.

Ezeknek jelenléte mégis konstatálható olyan módon, ha a hévforrás által éveken vagy évtizedeken keresztül lerakott üledéket vesszük vizsgálat alá, amelyben a hévforrásnak szilárd maradéka természetes úton fölhalmozódott. Ilyen mai hévforrásüledékek vizsgálata lenne az első lépés célunk elérésére. Mert természetes, hogy a mai forrásüledék vegyi és ásványtani alkatának ismerete útmutatást nyújt arra nézve, hogy a régi hévforrások nyomainak keresésekor milyen természetű forrásüledéket várhatunk. Ha ismerjük a mai forrásüledék vegyi és ásványtani fölépítését, akkor összehasonlítva a konstatált régi forrásüledékekkel, megítélhetjük azt is, hogy milyen mértékben változott a hévforrásokban oldva tartalmazott anyag minősége és azoknak mennyisége, tehát általában a hévforrás jellege.

A töményebb gellérthegyi hévforrásoktól ma lerakott anyagot szintén MOLNÁR vizsgálta meg [5. és 14, 206. old.], még pedig amint felemlíti, főleg abból a célból, hogy a «kőkéreg» megvizsgálása által előzetesen is már bizonyossá legyen afelől, vajjon tartalmaz-e a víz bárminő csekély mennyiségben is baryumot, strontiumot, vagy fluort.¹ MOLNÁR szerint ez a lerakott anyag általában piszkosan fehér, likacsos tömeg, amelyben a rétegesség jól látható. A sárosfürdői hévvíz incrustációjának összetétele MOLNÁR eredeti írásmódja szerint (1857) a következő:

¹ A margitszigeti és a rácfürdői hévvizeknek a csővezetben lerakott üledékét BALLÓ REZSŐ dr. vizsgálja jelenleg.

SiO^3	3.00
$3Al^2O^3 \cdot PO^5$	2.00
$(CaO \cdot 2HO)PO^5$	0.46
$FeO \cdot CO^2$	0.59
$MnO \cdot CO^2$	4.56
$CaO \cdot CO^2$	74.00
$MgO \cdot CO^2$	10.63
Viz és éghető anyag	4.76
	<hr/> 100.00

Ugyanilyen összetételűek a rudasfürdői kőkérgék is. A Rácsfürdő hévzéből lerakott anyag abban különbözik az előbbiektől, hogy ebben MOLNÁR (az eredeti írásmódja szerint) még $0.05 LiO \cdot CO_2$ -t, szénsavas lithiont is talált.

A korábban tevékenykedett hévforrások nyomai, amiket keresnünk kell, elsősorban tehát ezek a régi forrásüledékek. Azonkívül a hévforrások tevékenykedésének nyomául tekintendők egyes rétegeknek bizonyos irányu átalakítása, metamorfizálása, amelyek sokszor az előbbiekekkel kapcsolatban lépnek föl.

Általában a magas hőfokú hévforrások legtöbbje ma kóvasavat rak le, még pedig vagy tömött hidrokvarcit, opál, vagy chalcedon alakjában, vagy pedig lazább, néha egészen poralaku, finom daraalakú kovatufa alakjában. Ilyen magas hőfoku oldatokból válhatnak ki a fluorit és a barit, amelyek vagy egyes kristálykak alakjában, esetleg repedések bevonataként, vagy éppenséggel egész telértöltelékek alakjában lehetnek jelen. Némelyik hévforrás vizéből egyes algák közreműködésével kén is kiválik. Más hévforrások, és pedig túlnyomólag a kevésbé magas hőfokuak (a $30^\circ C$ -on felül lévő hőfokuak), aragonit alakjában mésztufát raknak le. A legtöbb hazai hévforrás ma mésztufát rak le, így egyebek közt a budapesti és a tatai hévforrások. Sokszor a mésztufában a forrásfeltörések helyein borsókövek (pisolitos) találhatóak. Ismét más hévforrások mésztufát és kóvasavat vegyesen raknak le, ezekre kitűnő példát nyújtanak a tihanyi levantei kőgyepek.

A felsorolt változatos üledékek nagy része föllelhető a budai hegységekben. Így vannak kóvasavas lerakódások, opál- és chalcedon-előfordulások, amelyek néha vékony erek, vagy hálózat alakjában szövik át a régibb kőzeteket, vagy egyes kőzetek egészen át vannak általuk hatva, ivódva. A lisztszerű, porszerű kovatufa egyes esetekben úgy látszik, vertikális repedéseket tölt ki. A barit különböző kőzeteknek, dolomitnak, dachsteinmészkőnek, eocénmészkőnek és márgának, hárs-

hegyi homokkőnek üregeiben vagy repedéseiben egyes kristályok vagy kristálycsoportok alakjában van jelen, vagy pedig az illető kőzetek repedéseinek a falát béleli ki, avagy éppenséggel azokban egész telért (1–2 ujjnyi vastagságut) alkotva lép föl. A fluorit — bár gyérebben, de szintén előfordul a budai hegyekben és egyik legfontosabb bizonyítéka a régi juvenilis hévvizek feltörésének. A barit úgyszólván kivétel nélkül ott fordul elő, ahol a kőzet egyszersmind erősen el van kovácsolva, tehát a két jelenség egymás kíséretében lép föl. A fluorit is az elkovásodott régióban, vagy ahhoz közel mutatkozik.

Miután talán némileg kifogás alá eshetnék az, hogy a barit-előfordulásokat mint a régi hévforrási tevékenységre utaló bizonyítékokat emlitem föl, helyénvalónak vélem, hogy ezzel a kérdéssel kissé közelebbről is foglalkozzam.

A barit-előfordulások eredetét, képződését oly módon is elképzelhetnők, hogy azok a mellékkőzet (dolomit, mészkő) kilúgzásából származnak, amely folyamatnál tehát a vadózus víznek volna szerepe; ez oldaná ki és rakná le újból a baritot. Ezt a magyarázatot azonban nem tarthatom annyira plausibilisnek, mint ama másikat. Az előbbi magyarázat szerint magas hőfokú vizes oldatokból vált ki a barit, amely oldatok a föld belsejéből a juvenilis thermák útján kerültek a földkéreg magasabb régióinak repedéseibe, ahol a külső vadózus víznek hozzájárulása, keveredése folytán a barit kiválása gyorsabban mehetett végbe. G. BATT. TRENER¹ igen gondos munkálata alapján is az látszik a legtermészetesebb magyarázatnak, hogy a baritteléreinkeket és egyéb előfordulásainkat juvenilis-termális úton származtassuk; nevezetesen mint alantabb említeni fogom (219. lap), a harmadkori közeli vulkánossággal vélném ennek eredetét leginkább kapcsolatba hozhatni. De azonkívül a geológiai föllépése is: a kovással és fluorittal egy régióban való előfordulása szintén határozottan hévforrási eredetre utal.

A mésztufa elég terjedelmes platókat és kúpokat alkotva fordul elő a budai hegyekben. Helyenkint a mésztufában pompás pizolitok lelhetők.

Lássuk már most délről északnak menve az eddig ilyen gyanánt fölismert hévforrási működési szintereket. Először óhajtom tárgyalni a kovássavas lerakódásokat és metamorfizálást, továbbá a vele kapcsolatos baritképződést. Ugyanitt emlékezem meg a gyéren előfordult fluoritleletekről is. Másodsorban tárgyalom a mésztufaelőfordulásokat.

¹ GIOV. BATTISTA TRENER: Die Barytvorkommnisse von Mte Calisio bei Trient und Darso in Judicarien und die Genesis des Schwerspates. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt. 58. Bd. pag. 387-től (főleg pag. 458.) 1908.

a) Elkovásodás, kovasavas üledékek, barit- és fluoritelőfordulások.

1. A Törökugratónak nyugati részében, az eocén orbitoidás mészkő repedéseiben baritkristálycsoportokat leltem. Keleti részében az eocén dolomitreccsa és konglomerát pedig át van hálozva kovasaverekkel; baritkristálykák elég gyakran találhatók az üregekben és hézagokban. Az elkovásodott konglomerát igen szilárd és meredek falat alkot a keleti oldalon. (200—251 m t. sz. f.)

2. Északfelé a Strasshegyen szintén elkovásodott márgát és dolomitreccsát észleltem. Baritkristálykák is előfordultak. (260 m körüli t. sz. f.)

3. A Budaörs mellett közvetlenül emelkedő hegyecske igen szembeötlő meredek, szaggatott oldalaival, ami az elkovásodás eredménye. Itt részben a dolomit, részben a márga kovásodtak el. Megjegyzem, hogy ennek a hegyrögnek a nyugati részén, a Kálváriahegyen, az eocénrétegek közé települve egy eruptív kőzet konglomerátja van jelen, amit már HOFMANN K. leírt. Ennek a konglomerátnak azonban semmi köze sincsen a jóval fiatalabb korban történt elkovásodási folyamathoz. (200—221 m t. sz. f. mag.)

4. Keletebbre a Széchenyihegy (Nagy Svábhegy) déli oldalán, a Farkasvölgyben akadunk megint a régi hévforrások biztos nyomaira. Itt az egyik ponton a szaruköves dolomiton mutatkozó sajátságos kvarcos előfordulásra először LÓCZY LAJOS figyelmeztette a szakférfiakat a mnh. Földtani Társulat egyik kirándulásán.¹ Ez még behatóbb vizsgálatot igényel.

5. Valamivel északabbra van egy másik kis előfordulás, amelyet LÖRENTHEY IMRE egyetemi tanár úrral együttesen figyeltünk meg (kb. 270 m t. sz. f. magasságban). Ezen a helyen a mély völgy dolomitja fölött chalcedonszerű kvarcos képződmény idomtalan szikláit észlelhetni, amelynek egyik-másik részében gömbölyödött kvarckavicsok foglalvák. Kevéssel odébb a pannoniai kora konglomerát és homokkőkomplexus kezdődik. Nyilvánvaló, hogy a pannoniai törmelékanyagnak a befoglalásáról, összecementezésétől van a jelen esetben szó, tehát az itteni hévforrás valószínűleg egyidejűleg működött a kavicsok lerakódásával.

6. A Széchenyihegyen egy helyütt az út mellett levő kis kőfejtőben föltárt dachsteinszerű repedésében MAROS geológussal baritkristálykákat leltünk.

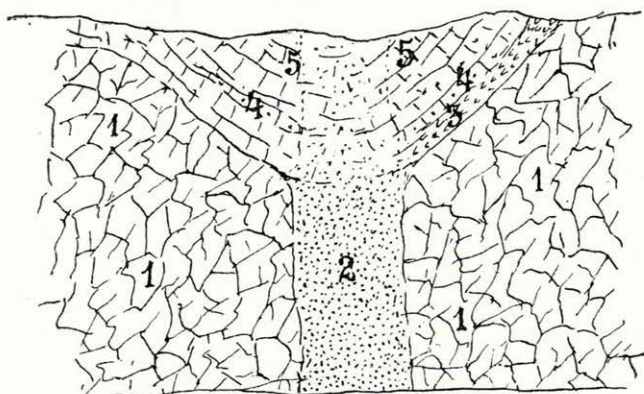
¹ Erről röviden megemlékezik a «Földtani Közlöny» a 37. k. (1907.) 160. lapján.

7. Keletebbre a Sashegyen (kb. 220—240 m t. sz. f. mag.) mutatkozik elkovásodott eocén márga.

8. A Kis Gellérthegyen igen jól tanulmányozhatók a régi hévforrások tevékenységének nyomai. Itt tudvalevőleg hatalmas kőbánya van mélyesztve a felső triasz dolomitba, ahonnet már évtizedek óta hordják az anyagot «kőpor» (súrolópor) gyanánt. Ennek a kőfejtőnek a keleti részében, amely ma nem áll mivelés alatt, a dolomiton keresztül egy vertikálisan álló repedésnek a keresztmetszete húzódik néhány m szélességben s vagy 4—5 m magasságban (kb. 145 m t. sz. f.). Úgy látszik, ez az egész repedés ki van töltve fehér, poralakú kvarcanyaggal, vagy laza kovatufának nevezhető anyaggal, amely igen emlékeztet bizonyos fajtájú geizirüledékekre. Valóban, ha összehasonlítjuk a szóban forgó anyagot azzal a kovatufával, amelyet HOPP FERENC hozott New Sealandról a földkörüli útjáról s ajándékozott a műegyetem ásvány-földtani intézetének, különbséget köztük, legalább szabad szemmel, nem tudunk fölfedezni. Ezt az anyagot VENDL ALADÁR műegyetemi tanársegéd úr fogja mikroszkopaiilag megvizsgálni. Ennek a poralakú kovatufának a jelenléte nem föltűnő, úgy hogy az eddigi kutatók figyelmét könnyen elkerülhette. Fehér színe és porló volta teljesen megegyezik a mellette lévő dolomitnak ugyanezen tulajdonságival. Azonkívül alul el is van takarva ráhányt és ráomlott törmelékkel, sőt amióta a hegynék az északi lejtőjén házak épültek, mindenféle szemetet is éppen ide szórnak, úgy hogy a föltárásból évről-évre kevesebb látszik. Abból a körülményből kifolyólag, hogy a föltárás alsó része már régóta el van földve, sajnos, a repedésnek, illetve a kovatufa-kitöltésnek a mélység felé miként való folytatódását nem észlelhettem. Tehát csak föltételezem azt, aminek a mellékelt ábrán kifejezést adok, hogy a mélység felé egyenesen, változatlanul folytatódik a csatorna kitöltésnek tekintett kovatufaszerű anyag. Magasabban két oldalról a repedés felé hajló padokat, rétegeket észlelhetni, amelyek eredetileg az eocén bryozoumos márga rétegei lehettek, ma azonban közelebb a repedéshez likacsos, szivacsos, könnyű, uralkodólag kavasavból álló képződménynyé, attól távolabb pedig kemény, tömött, csengő kavasavas képződménnyé alakultak át. Megjegyzem azonban, hogy ez a viszony nem mindenütt van meg egyformán, mert az elkovásodás mértéke és alakja úgyszólván dm-ről-dm-re változik. BALLÓ REZSŐ dr. megelemezte vegyileg mind a háromféle anyagot; nevezetesen: a forrástölcsér kitöltésnek tekintett laza poralakú anyagot, a szivacsos anyagot és a kemény tömött kavasavas márgát is. Elemzésének eredményei a 229. lapon foglalvák. Ebből kitűnik, hogy az első anyagban 95·38 % kavasav van, a másodikban 84·60—86·33 % közt ingadozik s a harmadikban 81·86—

83·02% közt ingadozik a kavasav mennyisége. Tehát a tulajdonképeni forráslerakodásnak tekintett anyagban van a legtöbb kavasav s a metamorfizált anyagban kifelé úgylátszik mindinkább csökken, a mi föltevésünk szerint előre várható volt is.

A kőporbánya északnyugati részében az elkovásodott eocén márga elválási lapjain apró baritkristálykák találhatók. Elkovásodott márga a Kis Gellérthegy nyugati és déli oldalán is észlelhető. (150—160 m t. sz. f. mag.-ban.) A kőporbánya nyugati részében számos, sokszor párhuzamosan futó, gyakran hálózatosan elágazó és ismét összefutó barna kvarcos limonitér szövű át a dolomit tömegét, még pedig közel vertikális irányban. Ez az a képződmény, amit innét és a budai hegyek



A kisgellérthegyi kőbányában föltárt régi hévforrástölcsér.

1. Dolomit. 2. A repedést kitöltő porló fehér kovatufa. 3. Szivacsos, könnyű, elkovásodott eocén márga. 4. Tömött, csengő, kovás márga. 5. Elkovásodott eocén márga többféle alakja.

számos egyéb helyéről is «sejtes kvarc» néven emlitenek. A limonitos kvarchálózatból a közre fogott dolomit később kiporlik s így létrejön az a rendkívül könnyű, szivacsos-sejtes anyag, amire a főntebbi elnevezést alkalmazzák. Ezeknek a sajátságos hálós ereknek a keletkezését is a hajdan tevékenykedett hévforrások rovására vagyok hajlandó írni. Megjegyzem végül, hogy a Kis Gellérthegy dolomitjának kis üregeiben, még pedig az említett limonitos kvarcerek közelében apró baritkristálykák is előfordulnak. BALLÓ R. dr. a kvarcos limonithálózat egy erősen limonitos, okkeres úgyszólván már limonitnak nevezhető darabját megelemezte. Eredményei a 230. oldalon találhatók.

9. Itt említem föl, hogy a Csíki hegyek néhány pontján éppen olyan sejtes limonitos kvarcerek lépnek föl a dolomitban, mint aminőt az imént leírtam. Egyébként ugyanitt elkovásodott márgák is lelhetők.

(335 m t. sz. f. körül.) HOFMANN KÁROLY is már fölemlíti [17], hogy a Csiki hegyek keleti részén a Budakesztől délre fekvő, úgynevezett Tó-árok (Teichgraben) meredek sziklafalaiban is vannak ilyen elkovásodott részletek. (180 m t. sz. f. mag. körül.)

10. A Nagy Gellérthegyen igen jelentős mérvben lehetők föl a régi hévforrásnyomok, amiket már régóta ismernek is a geológusok. A hegy szagztatott, pittoreszk alakját részben a hévforrások tevékenységének köszönheti, mert az elkovásodott sziklatömbök a denudációnak jobban ellenállva meredek sziklakként merednek föl a hegyoldalon. (Előfordulnak kb. 105—120 m t. sz. f. magasságok közt.)

A kovasavas üledékről, illetőleg az elkovásodott eocén márgáról első ízben BEAUDANT emlékezik meg [1], amikor «matière argillosiliceuse»-t említ a Gellérthegyről. Igen kimerítőleg írja le az észlelhető viszonyokat SZABÓ JÓZSEF [20, 103. old.], amelyhez csak kevés hozzátenni valóm van. Szerinte ha a Sárosfürdő felől fölmegyünk, sárgásbarna, néha vörösszinű agyagos kvarcitot lelünk, amely tetemes keménységű és savval nem pezseg. Minden átmenet nélkül, de erősen össze van nőve egy breccia nemű konglomerátummal, amelynek a kötőszere azonban nem homogén, hanem míg az agyagos kvarcit szomszédságában sav nincs rá hatással, attól némi távolságban már pezsgést idéz elő. Azt mondja továbbá, hogy a szarukő breccia másutt valami tömött, kékesszürke kvarcitos közzel van átmenet nélkül összenőve. A 104. oldalon pedig ezt olvashatjuk: «Az egykori konglomerátréteg (amely t. i. a Gellérthegy gerincén nagy sziklákban foglal helyet) itt egykor kovasavforrás hatásának volt kitéve s annak eredménye részint a dolomitzárványok, részint a márgás kötszernek különböző fokú kovásodása.»

MOLNÁR J. [14, 170.) ezt írja: «A szarukőbreccia egy megelőző földtani korban működött kovasavtartalmu forrásnak emléke; most távolabb esik a melegforrásoktól.»

SZABÓ leír továbbá [20, 104] a Gellérthegynek a Duna felé néző homlokzatáról olyan fehér, porló kovatufát, amelyhez hasonlót a Kis Gellérthegyről főntebb fölemlítettem s majd később a Mátyáshegyről fogok leírni. SZABÓ a III. táblán lévő szelvényén az előfordulási helyet föl is tünteti. Nekem sajnos már nem sikerült ezt a helyet föllelnem, miután a keleti oldalt befásították; a tetőn azonban azt hiszem sikerült ennek a folytatásába eső porhanyó (de nem porló) kőületnyomos metamorfizálódott eocén márgát föllelnem. SZABÓ szerint ez a kőzet «csupa apró szemekből áll, melyek közt az összefüggés oly csekély, hogy egészben véve porlónak mondhatni. Színe fehér, vagy sárga, savval nem pezseg; a vegytani kísérlet kovasavnak mutatta ki, amire

különben már a kalapács is figyelmessé tesz, mivel ennek kékes nyoma marad rajta, tehát az acélnál keményebb. Mikroszkopium alatt sokszögű darabkák halmaza gyanánt veszi ki magát. Ásványokból találni benne víztizsita kvarcot, kristálycsoportokban főnnöve és apró, sárga átlátszó barýtkristályokat. Szerves testek nagy számmal vannak benne, de éppen nem kedvező megtartási állapotban. Az állat héja többnyire hiányzik, csak nyomata van meg, de ennek határai igen élesek. A pectenek héja is megvan, az hasonlóképen kvarccá változott át. Egyéb maradványokban Cidarisok, Spatangok és Orbitoidok ismerhetők föl.»

Figyelemre méltók a Gellérthegy gerincén az elkovásodott márgában föllépő barittelérek és elszórtan föllépő baritkristályok. Körülbelül keletnyugati irányú repedések járták itt át a hegy tömegét, amelyek mentén történt az elkarvosodás s a melyekben az 1—2 ujjnyi barittelérek s baritbevonatok is lelhetők. Alantabb a Gyopár-utca végénél van egy kiálló elkovásodott márgaszikla, amelyben szintén egy kb. K-ny.-i irányú, 2 ujjnyi barittelér észlelhető. A barittelérek körülbelül vertikális állásuak mindkét helyen.

A Sárosfürdő mellett torkoltott régi, ma már betemetett árokban elég jelentős vastagságban volt ismeretes az elkovásodott budai márga, amely egyszersmind a hallenyomatok kitűnő lelőhelyeként is szerepelt. Ezt tüzetesebben HOFMANN K. [17, 40. old.] és SZABÓ JÓZSEF [20, 106] ismertette s mielőtt az árkot betemették volna, magam is több ízben tanulmányoztam. A kovásodott márga fekvőjében meg nem változott szerkezetű budai márga, fedőjében pedig a kiscelli agyag volt, hasonlókép változatlan szerkezettel. A jelen esetben azt kell tehát föltételeznünk, hogy a kovasavat hozó hévíz a márgakomplexus bizonyos jobban átjárható részében horizontális irányban (illetőleg a rétegeesség mentén) szétszivárgott és egészen átalakította, elkovásította a rétegeket. Ez a kovásodott, fehéresszürke, sárga és vörös szegélyrajzokat mutató pala gyűjteményeinkben mindenütt megvan. Tökéletesen azonos közettani kifejlődésben szerepel ez a képződmény a Gellérthegy nyugatabbra eső részén, az ú. n. Csőszház közelében, majd még nyugatabbra a budaörsi út oldalában, amelyeknek létrejötte ugyancsak a fentebb vázolt módon képzelhető el.

MOLNÁR [14, 187—8] a Rácfürdő leírásánál fölemlíti, hogy a Gellérthegy északi lejtőjén mészmárga fordul elő, amely réteges, pala-szerű, hamuszinű, híg sósavban nem oldódik föl teljesen, sőt tömény sósavban sem. A savanyú hatású oldat a kurkumapapirost megbar-nítja, ami bórsavra utal. Van benne SO_3 , azonkívül Fe , Mn , Ca , Mg , Na , Cl nyomai; P_2O_5 nyoma is kimutatható. A föl nem oldható rész SiO_2 és Al_2O_3 -ból áll.

Úgy látszik, itt is a korábbi hévforrások behatását kell látnunk. Igen nagyjelentőségű végül a Nagy Gellérthegy tövében a fluoritnak a kimutatása. A fluoritot először SCHMIDT SÁNDOR említette föl a mh. Földtani Társulat 1900, június 6-án tartott szakülésén. [34, 173.] Szerinte az Erzsébethid jobbparti feljáróinak készítése alkalmával bukantak a fluoritra. Az ekkor létesített föltárásban a Gellérthegy főtömegét alkotó dolomitra települő kékes, vagy sárgás színű, kemény alsó oligocénkori budai márgát észlelt, amelyet a föltárás északi végének közelében meredek vetődés háborít meg. Az elvetődött budai márga kemény mészkőpadokat tartalmaz, amely utóbbiak nummulitesekkel vannak telve. A budai márgából¹ ezen munkálatok alkamával elég jó megtartású kővületek és ásványok kerültek elő. Az ásványok között, nevezetesen calcit, pyrit és vztiszta gipsz mellett elég nagy számban fluoritkristályokat is talált SCHMIDT, amelyek azelőtt csakis a Kis Sváb-hegyről voltak ismeretesek a Magyar Középhegységéből. [L. alantabb a 11. szám alatt.] A gellérthegyi fluoritok átlátszóak, vztiszták, szintelenek, vagy világos borsárga, illetve halvány ibolyaszínűek; kristályalakjuk hexaeder {100} (a legnagyobb kristálynak élhossza 8 mm), amelyet a {311} lapjai kombinálnak.

Tisztán kristálytani szempontból foglalkozott később a Gellérthegyi fluoritokkal HULYÁK VALÉR [38, 55.], aki a fölemlített kristályalakokon kívül még a (15. 7. 4) és (24. 10. 7) lapjait is fölfedezi, amely negyvennyolcasok a fluoritokra nézve általában új formák.

Ennek a föltétlen juvenilis eredetű ásványnak a föllépése, itten, az egyik legerősebb elkovásodási centrum, barittelérek és mésztufa előfordulása közelében, de nevezetesen a mai hévforrások (Rácfürdő, Rudasfürdő) szomszédságában, mindenestre különös figyelmet érdemel. Ismeretes, hogy a szóbanforgó jobbparti hidfő alapozási munkálatainál felszökő hévforrásra bukantak [30], amelyet utóbb csak fáradsággal sikerült elfojtani. Igen valószínű, hogy ez a hely korábban a hév víz felszállási helye volt s így a fluorit képződése ezzel genetikai kapcsolatban állott.

11. A Kis Svábhegyen igen szép nyomait találjuk a régi hévforrások tevékenységének. (Kb. 230—250 m. t. sz. f. magasságban.) A hegyrög felső eocén orbitoidás mészkőből és bryozoumos márgából van föllépülve, a melynek tömegét számos repedés sűrűn átszeldeli. Ezeket a repedéseket túlnyomólag calcit tölti ki, vagy egészen, vagy úgy, hogy a sokszor pompásan kifejlett s a repedés két falán ülő calcitkristályok közt keskeny tér marad szabadon. Egyes esetekben barit-

¹ Valószínűleg helyesebben annak repedéseiből, az ásványokra vonatkozólag.

kristályok vonják be a repedés falait s kivételesen a fluorit is szerepel. Néha kalcit- és baritgenerációk ismétlődve fordulnak elő egymás fölött. A mellékkőzet lokálisan erősen elkovásodott.

Már HOFMANN KÁROLY [17, 35] részletesen leírta az itten tapasztalható viszonyokat. Főlemlíti, hogy a barton emelet kőzetei át vannak hatva repedésekkel, amelyeknek falait kalcit és néha barit kérgezi be. Némelyik repedésben a baritot első, s a kalcitot későbbi képződményként észlelhetni, de olyanok is vannak, amelyekben a két ásványlerakódás többszörösen ismétlődve váltakozik.

«A kőzetek ezen repedések szomszédságában gyakran kilúgzóttak, vagy elkovásodtak részben, ami különösen tisztán a Kis Svábhegy legfelső nagy kőbányájában észlelhető. A kilúgzásnak leginkább a bezárva tartalmazott, tiszta mészből álló állati héjak voltak alávetve, melyeknek anyaga gyakran tökéletesen el lett távolítva s néha kovaföld által többé-kevésbé tökéletesen pótolva, míg az ezeket magában foglaló anyakőzet, még a legtisztább mészből sem hiányzó agyagtartalom következtében, a betóduló kovaoldat által természetes cementképződést szenvedett, mi által szilárdsága tetemesen növekedett. A kovásodás nyomai a repedésektől gyakran meglehetősen távolban is észrevehetőek kovagyűrűk alakjában, melyeket a szilárd kőzet közepette a kagylóhéjakon lehet észlelni. A tömött mészkőzetek ezen kilúgzási folyamatok által néha nagyobb területeken is likacsos, laza, elporló tömegekké változtattak át.»

Meg kell itt jegyezni, hogy úgy itten, mint a később leírandó mátyáshegyi előfordulásnál a kőbányászati munkálatok folytonos előrehaladása miatt a föltárási viszonyok folyton változtak az idők folyamán; úgy hogy az egyes megfigyelők időnkint kissé másként láthatták és láthatják a jövőben a momentán föltárások szolgáltatta viszonyokat. Ugyanez a megjegyzés áll különben az összes többi kőbányászati föltáráshoz is, pl. a Kis Gellérthegyre, Mátyáshegyre, stb.

A fluoritot először s eddigelé egyedül WARTHA VINCE műegyetemi tanár lelte a Kis Svábhegyen. Ezeket a fluoritkristályokat az 1884. december 3-án tartott ülésen WARTHA V. a Földtani Társulatban bemutatta. Erről az ülésről szóló jegyzőkönyv (23, 571] szerint WARTHA V. néhány igen csinos, csaknem víztiszta kristályt mutatott be $\infty 0\infty$ és $\infty 0$ kombinációval és közel 1 cm élhosszal. Ezek a kristályok a Kis Svábhegyen akkor mivelés alatt állott legészakibb kőbányában, fehér kalcit skalenoéderek közt fennőve fordultak elő.

A WARTHA V. gyűjtötte fluoritokkal foglalkozik később SZABÓ JÓZSEF [25, 48 és 26, 97] a magyarországi fluoritlőhelyekről szóló előadásában és értekezésében. Főlemlíti, hogy a Kis Svábhegy orbitoidás mészkövének hasadékanak nagyobb mélységéből, mint eddig a kal-

cit- és baritkristályokat gyűjteni szokták, WARTHA V. víztiszta, de gyakrabban sárgás fluorithexaédereket hozott. Kiemeli, hogy a fluorit mészkőben, mészkő hasadékát kitöltő kalcit, meg alárendelten barit társaságában a legritkább előfordulási viszonyok közé tartozik. Legtöbbször mint telérásvány szilikátok és barit társaságát keresi föl. Majd fölemlíti, hogy ő eddigelé csak a carrarai fehér kristályos mészkő (márvány)-bányát ismeri hasonló esetnek, hol szintén igen ritkán, a márvány kis üregeiben fennöve, víztiszta fluoritkristályok találhatók. Megjegyzi, hogy Carrarán a mészkőben azonkívül apró, víztiszta kvarc-kristálykák is előfordulnak.

A SZABÓ JÓZSEF-től a kis svábhegyi és carrarai mészkőbányák közt fölismert hasonlatosságot még inkább igazolta BÖCKH HUGÓ [29, 129.], ki a Kis Svábhegyen, a Scheer-féle kőbányában a nummuliteses mészkő felső részét alkotó konglomerátos rétegből egy kisebb mészkődarabot gyűjtött, amelynek rajta ülő kalcit skalenoéderjein apró, víztiszta kvarc-kristálykákat talált széthintve. Ezeknek a kristálykáknak a termete teljesen azonos a carrarai kvarcokéival. Ugyaninnét még szintén calcitra települve, víztiszta leveles-táblás gipszet is említ BÖCKH H., amilyen Carrarán szintén előfordul. BÖCKH H. melleleg fölemlíti, hogy a budai hegységben a kovácsnak helyenkinti föllépéséről addig is tudomásuk volt. Így pl. a dolomitban parányi kvarc-kristálykák szórványosan előfordulnak. (Ezt az eléggé fontos körülményt itt találom először fölemlítve). Bővebben szerepel mint szarukő és mint sejtes kvarc a dolomitban, sőt egyes dolomit meg márgarétegek is néha meglehetősen elkovásodottak.

Magamnak a kalciton kívül csak baritot sikerült gyűjtenem a Kis Svábhegyen. MAROS az úgynevezett «sejtes kvarc» egy példányát hozta az egyik köfejtőből.

12. Az elkovásodás jelenségét írta le már HOFMANN K. [17, 35, 36., 50. old.] a Lipótmezőről, amely az eocén mészkővön és a bryozoumos márgán észlelhető az Ördögárok völgye mellett. (Kb. 180—200 m t. sz. f. mag.-ban.)

13. Továbbá ugyanő (ugyanott) megemlékezik a zugligeti eocén mészkőben lévő elhagyott kőbánya anyagának elkovásodásáról, amely a «Fácánhoz» címzett vendéglőhöz vezető út közelében fekszik.

14. A Hárshegy hárshegyi homokkővében gyéren baritkristálykák fordulnak elő.¹

15. Igen érdekesek a Mátyáshegyen észlelhető régi forrás-

¹ Erről legelőször megemlékezik dr. SCHAFARZIK FERENC a műegyetemi hallgatók részére írt, kézirat gyanánt tekintendő kirándulási naplóban.

nyomok. (Kb. 230—260 m t. sz. f. mag.-ban) HOFMANN KÁROLY [17, 33] részletesebben megemlékezik az itteni felső eocénkori briozomus márgának helyenkinti elkovásodásáról. Szerinte a márgák számos hasadékkal át vannak hatva, amelyek mentén a kőzet elkovásodása észlelhető. Ilyen helyeken a kőületek mészsanyaga teljesen eltávolodott s a márgás kőzettömeg szilárd, cementté kovásodott, amelyre savak nincsenek hatással. Ez a kőzet ott, ahol sok kőület volt benne eredetileg, laza, szivacsos-likacsos porló tömeget alkot, ahol pedig kőületben szegény volt, rideg, csengő, tömött anyaggá lesz. Színök rendszerint hófehér, de a felületükön többnyire a kiválott vasoxidhidrát által rozsdabarnára vagy vörhenyesre vannak festve. Ezek az elkovásodott márgák a legkitünőbb kőület lelőhelyek, mivel a kioldódott héjak disztítésének legfinomabb részletei is igen világosan észlelhetők a hátramaradt lenyomatokon. Különösen érdekes az a jelenség, hogy egyes kagylóknak, különösen a *Pecten Biarritzensis*-nek a héja ilyen helyeken kovasavvá alakult át.

Ez az elkovásodás csak aránylag kisebb térre szorítkozik. Ma a legdélekeletibb kőbánya bejáratánál észlelhetjük jól az elkovásodott eocén márgákat. A meglehetősen zavart településű töredezett márgán igen egyenetlenül látható az elkovásodás. A bejárat északnyugati oldalán először egészen fehér Ny-ra dülő porszerű kovasavas anyagot észlelhetünk, amely külső habitusára nézve igen megegyezik azzal, amit a Kis Gellérthegyről főlemlítettem. Vegyi alkatára nézve is igen közel áll amahhoz, amiről meggyőződhetünk, ha BALLÓ R. elemzéseit (230. old.) összevetjük. Fölötte és alatta úgy látszik érintetlen márga van jelen. Kevéssel odébb azonban megint az elkovásodás jelensége észlelhető, amennyiben részben likacsos-szivacsos, részben tömöttebb elkovásodott márga van jelen. Közben el nem kovásodott részletek is vannak. A szivacsos-kovás márgában, amint már HOFMANN megállapította, bőven fordulnak elő kőületek lenyomatai. A Mátyáshegy eocén mészkő és bryozomus márga tömegét átszelő repedések felai ép úgy, mint a Kis Svábhegyen néha barittal vannak bekérgezve, sőt egész barittelérek fordulnak elő. A Mátyáshegy és Kis Svábhegy közt mint egyéb tekintetben, úgy ebben a dologban is szembeszökő az analogia, úgy hogy az ott elmondottak legnagyobb részt a Mátyáshegyre is vonatkoznak. Megjegyzem azonban, hogy eddigelé a Mátyáshegyen fluoritot és kvarc-kristályokat nem leltek.

16. Északabbra Pilisborosjenő közelében az *Ez ü s t h e g y e n* lévő kőbányák egyikében észleltem a hárshegyi homokkő elkvarcosodását, egyszersmind itt baritkristálykát is leltem. A hárshegyi homokkő helyenkinti elkvarcosodása észlelhető a *F e h é r h e g y e n* is.

17. P o m á z nyugati végétől DDNy-ra a dachsteinmészkő platóján néhány kis foltban barna, szivacsos, erősen limonitos kvarcelőfordulást észleltem. (210 m t. sz. f. mag.)

18. Dr. L I F F A A U R É L közlése szerint a Leányvár mellett lévő Nagy és Kis Somlyóhegy hárshegyi homokkővében baritkristályok fordulnak elő.

19. Ugyancsak L I F F A szerint Csolnok mellett a Pollushegy dachsteinmészkővében szintén baritkristályok fordulnak elő.

20. Igen érdekes előfordulása van végül a régi hévforrások nyomának a mai alaphegység területén kívül az Alföld neogén üledékek által feltöltött síkján. (Kb. 125 m t. sz. f. magasságban.) Budapest-Rákos mellett a rákosi vasúti delta úgynevezett «királyvágy»-ának építéskor mély bemetszést csináltak a felszín futóhomokja alatt rejtőzködő felső mediterrán és szarmata emeletbeli mészkövekbe. Ez a bevágás igen szépen föltárta a két emelet rétegeit, melyek közül a szarmata emelet rétegei közé települve egy opál-chalcedon lencsét is találtak. Bár annak idején számos szakemberünk vizsgálta a nyert föltárást, mégsem maradt fenn — sajnos — semminemű irodalmi adat sem erről az érdekes előfordulásról. Ma már semmi sem látható ebből az opál- és chalcedonlencséből. Az annak idején elszállított darabok közül egy szép példány a műegyetem ásvány-földtani intézetébe került. Ujabban V A D Á S Z M. E L E M É R közölte [41, 258] erről a tárgyról hallomás útján szerzett értesüléseit és szelvényébe bele is rajzolta az opálelőfordulást. Ezek szerint az adatok szerint a szarmata rétegek közé települt s 15—20 cm vastagságú volt az opál-chalcedon lencse. Dr. L Ö R E N T H E Y I M R E vizsgálatai szerint szerves maradványnak nyomát sem mutatja s így, mint V A D Á S Z megjegyzi, csak hőforrási eredésű lehet. A legvalószínűbb tehát az, hogy itt egy tengeralatt felbuzogó hőforrás rakta le a szarmata emelet régibb rétegeire az opál-chalcedon tömeget, majd újból folytatódott a szarmata rétegek zavartalan lerakódása. Megjegyzem, hogy itten a szarmata emelet mészkőrétegei partközeli üledékek. Ennek a kovasavat lerakó hévforrásnak a tevékenysége tehát minden kétséget kizárólag a szarmata emelet idejére esett.

b) Mésztufalerakodások.

Mésztufa nagy mennyiségben van jelen a mai budai hegység területén. Általában a mai hévforrások közelében fordulnak elő, de mindenütt jóval magasabban a mai források kibukkanási pontjainál. Csak elvétve jelentkeznek távolabb, a mai hegység belsejében egyes egészen izolált mésztufa előfordulások. (Lipótmező.)

1. Délen a Gellérthegy tetején volt egy kisebb mésztufaplató kb. 210—220 m magasságban, de az egészet már a régebbi időben lefejtették. Még BEUDANT idejében is voltak itt a mésztufába mélyesztett kőfejtők. Kissé nyugatabbra egy kertben maig megőrizték egy nagy tuskóját, amely kb. háznagyságú. Kevéssel nyugatabbra innét, a hegy-lejtőn, kb. 185 m magasságban szintén fölleljük a mésztufa kis maradványát. Ezekről az előfordulásokról részletesebben megemlékezik SZABÓ JÓZSEF [20, 105.].

2. Észak felé a Naphegyen van egy kisebb mésztufafolt az oligocén budai márga fölé települve. Ma ez a terület be van építve s alig észlelhető valami a mésztufából. SZABÓ JÓZSEF [20, 114.] szerint az itt előforduló mésztufa egyike volt a legnevezetesebb borsókő lelőhelyeknek, amelyek szabad szemekben és lazán összetapadva bőven fordultak elő. A borsókővek előfordulási helye közelében, nevezetesen a Naphegy keleti oldalán, közel a tetőhöz a mészkő egészen laza, míg ettől a helytől távolabb tömött, kristályos szerkezetű volt.

3. A mésztufának igen nevezetes előfordulási helye északabbra a Várhegy platója. A hegy alaptömegét oligocénkorú budai márga alkotja s erre egészen horizontálisan telepszene a mésztufának a padjai, amelyek közvetlen alapját szolgáltatják a Vár összes épületeinek. Ez a mésztufaplató is a pleisztocénben feltörő hévforrások üledéke. Egy helyen a mésztufa alsó részében pompás borsókővek találhatók. Ezt az előfordulást már régóta ismerik és különböző szerzők le is írták. Legelőször KRENNER J. S. írta le [8, 462]. Szerinte a Várhegy nyugati részén, az Úri-utca 12. sz. ház pincéjében van ez az előfordulás. Itt mállott budai márga fölött pizolitos szerkezetű mésztufa következik, amelynek vastagsága 4—5 láb. A borsókővek nagysága igen különböző; vannak igen aprók és nagyok (1·5—2·8 hüvelykig) is.

Alul az aprók, magasabban a nagyobb pizolitok lelhetők. Az egyes héjak könnyen válnak el egymástól; a borsókővek anyaga kvarc-szem, vagy szemcsés mésztufa darabkák körül rakodott le koncentrikusan. Tömöttsége 2·876. Keménysége a harmadik keménységi fokot kissé fölülmulja. Chemiai összetétele a következő KRENNER vizsgálatai szerint:

Szénsavas mész	96·611
Szénsavas magnézia.....	1·463
Kovasav (oldható)	0·732
Kovasav (oldhatatlan)	0·382
Aluminiumoxid	9·306
Vasoxid	0·260
Víz	0·053
Vasoxidul	nyomok
összesen	99·807

KRENNER, valamint SZABÓ megkísérelték spektrál-elemzés segítségével a bariumnak vagy a strontiumnak a kimutatását, de eredménytelenül.

Majd jóval később dr. SCHAFARZIK F. ismertette [21, 99.] ugyan-
ezt az előfordulást a Földtani Értesítőben. Az ő leírása szerint a Disz-
tér 11. számú ház pincéjében a következő szelvény észlelhető:

1. Alul DDNyfelé dülő budai márga.

2. Pizolittelep 0.73 m vastagságban.

3. Fölül mésztufa 4.49 m vastagságban. SCHAFARZIK szerint a pizolittelep körülbelül egy olyan ellipszist alkot, amelynek hosszabb átmérője mintegy 80 méter, kisebbik átmérője kb. 40 méter. A pizolittelepnek a különböző irányokban való elvékonyodását és kiékelését a szomszédos házak pincéiben jól konstatálhatta. A többé-kevésbé szabályos gömbök vagy apró mákszemnyi oolitokból álló alapanyagba vannak beágyazva, vagy közvetlenül tapadnak egymáshoz a tojásnyi nagyságú gömbök, ilyenkor gyönyörű, de rendkívül szívós kőzetet képeznek. A lazább anyagból valódi óriások kerültek ki; a legnagyobb gömb átmérője nem kevesebb, mint 5 hüvelyk. Néhány nagyobb gömb belsejében mint magvat, budai márgadarabokat lelt. Végül a következő érdekes megjegyzést teszi: «Ha meggondoljuk, hogy a legnagyobb példány súlya lehet egy kilogramm, elképzelhetjük, hogy mily erővel kellett az egykori forrásnak kitódulnia, hogy még ilyen nagysúlyú testeket is forgómozgásba hozhatott.»

Az előadás után következett eszmecsereben SZABÓ JÓZSEF annak a nézetének adott kifejezést, hogy a mésztufának mindig csak az alsó rétege pizolitos, (ami azonban véleményem szerint tévedés). Ugyanitt az a megjegyzés is olvasható, hogy a KRENNER J. által az Uri-utca 12. számú háznak s PALKOVICS Gy. által az Uri-utca 18. számú háznak pincéjéből leirt, illetve hozott borsókövek azonosak a SCHAFARZIK-tól leirtakkal, amely körülménynek a nyitja abban van, hogy az utcák elnevezése és a házak számozása az idők folyamán változott. Ami azt a megjegyzést illeti, hogy a ház pincéjében a tulajdonos állítása szerint egy melegvizű kút volna, amely azonban el van zárva, ennek lehetőségét némi kételkedéssel kell fogadnunk, de mindenesetre szükséges a dolog megvizsgálása.

A Várhegy mésztufa platójának átlagos magassága: 170 m t. sz. f.

4. Kisebb mésztufafolt van az Ördögárok-völgye mellett, a nagy téglagyár mellett, ahol kiscelli agyag fölé települ a mésztufa. Magassága kb. 140—150 m t. sz. f.

5. Az előbbtől kissé északra a Rókushegyen van megint kis mésztufaelőfordulás kb. 220 m t. sz. f. magasságban, hasonlóképen kiscelli agyag fölött.

6. Ettől északnyugatra a Ferenchegy DNy-i lejtőjén leljük kisebb foltját a mésztufának kb. 230—250 m magasságban. Az utóbbiaknak azonban ma már csak csekély maradványai láthatók.

7. Innét keletre a Józsefhegyen 232 m magasságban bukanunk ismét a mésztufára. Valószínűleg a régi császár- és lukácsfürdői hévizek pleisztocénkori felbukkanási pontja volt ez a hely.

8. Valamivel tovább észak felé a kiscelli platót találjuk. Itt a nagyon lankásan DK felé dülő oligocénkori kiscelli agyagra van nyesve egy kis eroziós sík, amelyre kavics, homok és csillámos agyag (valószínűleg pleisztocén Dunahordalék) telepszik, majd ezek fölött a nagyjából vízszintes rétegzésű mésztufa következik. A régi, ma már elhagyott köfjőkben jól föl van tárva a mésztufa, amelynek vékonyabb-vastagabb, lágyabb és tömöttebb, szilárdabb padjai többszörösen váltakoznak egymással, sőt helyenként egészen laza mészsizapba is átmennek. A mésztufarétegekben helyenként igen sok eocén mészkőkavicsot lelünk, amelyek egészen szilárd konglomeratummá cementeződtek össze. Ez nyilván nem egyéb, mint az a törmelékűp, amit a pleisztocénben a hegyoldalról időnként lerohanó vadvizek a fölfakadó hévizektől létesített tavacskába, vagy mocsárba toltak. Különösen az említett laza tufaréteg tartalmaz bőven kövült csigákat, amiket KOCH A. [33,], majd KORMOS T.¹ ismertettek. Egyes rétegekben tufával bekérgezett egykori *Chara*-kat ismerünk föl. Azonkívül érdekes pleisztocénkori emlősmaradványok is előfordultak itt, mint pl. az *Elephas primigenius* Blb., *Rhinoceros antiquitatis* Blb., *Emys orbicularis* L. stb. Bizonyos tehát, hogy az itt fölfakadó hévforrások kifolyt víze kis melegvizű mocsarat, vagy pocsolyát alkotott, amelyben nagyszámban éltek vízi csigák (*Bythinia*, *Limnaea*, *Planorbis* stb.) vízi növények (*chara*, *sás*, *nád*), de belekerültek azonkívül szárazföldi állatok maradványai is, mint szárazföldi csigák héjai és gerincesek csontjai. Igen érdekesek az utóbbiak. Ugylátszik ezek ide jöttek vizivás céljából és több közülük itt pusztult el s csontvázuk lassan bekérgeződött a folyton leülepedő mésztufával [8, 465 és SCHAFARZIK F.²]

Érdekes a kiscelli mésztufaplató abból a szempontból is, hogy itt az idők folyamán a fokozatosan előre haladó bányászati munkálatokkal több pompás forrás föltörési kúpot tártak föl. Egy ezek közül még ma is jól látható a plató déli részén, a téglagyár fölött. A félgömbszerűen egymásra boruló gömbhéjak átlag 2—5 ujjnyi vas-

¹ Földt. Közlöny 39. köt. 1909, 541 és 599.

² L. Dr. SCHAFARZIK F.: Geológiai kirándulási napló a műegyetemi hallgatók részére. «Geológiai kirándulás Budaújakra és a Mátyáshegyre». Kézirat gyanánt.

tagságuak s eredetileg aragonitból álltak, ma kalcittá alakultak át; bennök egyes fészkekben pompás borsókövek, pizolitok találhatók. Egy innét származó szép pizolit van a műegyetem ásvány-földtani gyűjteményében. A borsóköveknek gyakoribb előfordulása SZABÓ JÓZSEF szerint inkább a plató északi részében történt. Kimerítően leírják a szóban forgó előfordulást SZABÓ JÓZSEF [20] és KOCH ANTAL [33]. A fennsík átlagos magassága: 140—160 m t. sz. f.

9. Az óbudai temető mellett, a Donatus-kápolna közelében szintén kiscelli agyagra települve fordul elő egy kisebb mésztufafolt kb. 140—160 m magasságban. Föléje helyenkint kavicsokat tartalmazó lösz telepszik. Valószínűleg itten volt a közeli kerécsárdai forrás régi, pleisztocén korbeli feltörési helye.

10. A hegység belsejében fordul elő a lipótmezei mésztufaelőfordulás, amely a Hárshegy és a Vadaskert közt levő lesüllyedt öbölben, az Ördögárok völgyében kiscelli agyag fölé települt. Magassága: 200—250 m a t. sz. fölött.

11. Az ürömi Aranyhegy mésztufaplatója már a vörösvári süllyedési területen túl fekszik. A horizontális rétegzésű s főképen vastagabb padokból felépült tömött mésztufa itt is a kiscelli agyag fölé telepszik. Felszínének magassága: 180—192 m t. sz. f. Anyagát úgy látszik már a rómaiak fejtették. (Koch 16.)

12. A Csillaghegyen, a Péterhegy keleti részén is föllép egy kisebb terjedelmű mésztufafolt kb. 180—200 m magasságban a t. sz. f. Ezt a pontot tekinthetjük a mai csillaghegyi forrás régi, pleisztocén korbeli fölfakadási helyének.

13. Az ürömi Rókahegyen szintén kiscelli agyag fölött egy kis mésztufaplatót találunk kb. 200—221 m magasságban a t. sz. f. KOCH ANTAL [16] szerint a két képződmény közt sárga homok észlelhető, ami kétségkívül épen úgy, mint a kiscelli platón hasonló viszonyok közt észlelhető homok, kavics és agyag, a régi, pleisztocénkori Duna hordalékának tekintendő.

14. A budakalászi Ezüsthely-Kapellenhut platója szintén mésztufából áll. Magassága: 180—226 m a t. sz. f. Alatta az alsó mediterrán emeletbeli homok, homokkő és agyag fekszik. Úgy látszik itt is a két képződmény közt egy vékony kavicsréteg fekszik, amely azonban nincsen jól föltárva. Anyagában MAROSSAL kvarc, dachsteinmészkő, eocénmészkő és hárshegyi homokkő kavicsokat lertünk. Kétségkívül itt is a pleisztocén Dunaterraszsal van dolgunk. Az előfordulás nyugati részén nagy kőbányákban jól föl van tárva a mésztufa. Egy ponton borsókövet tartalmazó forrásföltörési kúpot észleltünk. Nyugatabbra két kisebb mésztufafolt fordul még elő 200 és 220 m t. sz. f. magasságban.

15. Érdekes a budakalászi Monatóvác hegyen lévő mésztufa előfordulás. Maga a Monatóvác hegy alsó oligocénkori hárshegyi homokkőből áll, amelynek durva, kevésbé jól észlelhető padjai ÉK felé dűlnek kb. 50—55°-nyira. ÉK felé azonban hirtelen véget vet elterjedésének egy ÉNy—DK-i irányú törés, amelynek mentén a hárshegyi homokkő a mélybe sülyedt s a hegylejtő meglehetősen meredek voltát okozza. A meredek lejtő lábánál tovább ÉK felé kis fennsík terül el, ami már a mésztufa platója. A mésztufa ÉK-nek már eredetileg is meredek, szaggatott falakban volt föltárva, amit az intenzív kőbányászat még feltűnőbbé tett. Alatta, amint már KOCH A. hangoztatta [16] kétségkívül a kiscelli agyag fekszik. Vízszintes rétegei a kőbányászat kitűnő tárgyát szolgáltatják; főképen a budapesti monumentális építkezésekhez nyerik innét a faragott köveket. A mésztufaplató fölszíne kb. 220—240 m a t. sz. f.

16. Legészakabbra fekszik végül Pomáz mellett az úgynevezett Majdán-polje tájon egy mésztufafolt. A terület nyugati részén a dachsteinmészkőnek egy röge van, amely egy ÉK—DNy-i irányú meredek vetődéssel hirtelen véget ér s helyet ad a lejjebb zökkenő kiscelli agyagnak, amely keletebbre nagyobb területen fordul elő. Pontosan a törésvonalnál kezdődik a mésztufa s attól kelet felé a kiscelli agyag fölött 5—10 méter vastagságú takarót alkotva a plató tetejét foglalja el. Tengerszín fölötti magassága 190—200 m. A mésztufa rétegei, amelyek részben lazák, részben tömött, kemény padok, horizontálisan fekszenek; a szilárdabb padjait egy nagy kőfejtőben bányászzák s lépcsőfokokat, valamint különböző célra szolgáló diszköveket faragnak belőlük. A kőbányában kb. 5—6 m vastagságban van a mésztufa föltárva. A mésztufát lerakott hévforrás valószínűleg a dachsteinmészkő és a kiscelli agyag közt lévő törési síkot, valamint valószínűleg ezzel párhuzamosan haladó, de ki nem nyomozható töréseket használt föl a fölszállásra.

Meg kell itt még arról is emlékeznem, hogy a kiscelli agyag fölött s a mésztufa alatt itt is egy kavicsréteget konstatálhattam. Legjobban észlelhető ez a mésztufaplató északi szegélyén azon a dűlőúton, amely Pomáztól föl a platóra, a kőbánya felé vezet. Itten talán 1 m vastagságban dió-, mogyoró-, sőt ököl nagyságú kvarckavicsokat és pedig mindenféle színben konstatálhattam; ellenben egyéb kőzetnek kavicsát, nevezetesen a fontos andezitkavicsot nem leltem. A többi előfordulásnak az analógiájára ezt is pleisztocén Dunaterrasznak kell minősítenünk. Föl kell azonban vetnem azt a gyanumat, hogy vajjon ez a kavics nem-e az alsó mediterrán rétegesoportnak egy itt maradt s az eróziótól el nem távolított kis foszlánya? Észak felé t. i., pl. a Meszáliahegyen

már az alsó mediterrán homokos-kavicsos rétegcsoport jelentékeny mértékben ki van fejlődve.

17. Széchenyi-hegy. Végül, mint a többiektől elütő típusú mészkövet, az előbbiektől kissé elkülönítve óhajtom tárgyalni a Széchenyi-hegy platóján levő előfordulást. Különbözik ez az édesvízi mészkő az előbbiektől anyag dolgában is, de főképen abban, hogy a többieknél sokkal nagyobb magasságban fordul elő. Míg az előbbiek 140—250 m tengerszint feletti magasságokban lelhetők, addig a széchenyi-hegyi mészkő 400—455 m magasságban fordul elő.

A Széchenyi-hegy tömege a triasz-dolomit, eocénmészkő és márga összetört rögeiből áll, amely fölé kb. horizontálisan a pannoniai (pontusi) emelet képződményei: kavics, konglomerát, homok és homokkő következnek, a hegység nyugatibb részén pedig kékesszürke agyag uralkodik. Ezek a rétegek általában kőületmentesek, de egy részükből még Hofmann Károlynak sikerült a pannoniai (pontusi) emeletre jellemző csigákat gyűjteni; azonkívül még régebben kikerült az itteni homokkőből egy *Aceratherium incisivum* állkapcsa, amely a képződmény korát határozottan megjelöli. Ezek fölé a rétegek fölé telepszik azután a szóbanforgó barnásszürke bitumenes édesvízi mészkő, amely azonban úgy látszik, mindenütt csak csekély vastagságú. Jó feltárást sehol sem észleltem, csakis elszórt darabjai találhatók a plató tetején. Kőületei Fuchs T. szerint *Limnaea* sp., *Planorbis* sp. és *Helix Reinensis* Gobanz. Ezt a képződményt egyes szakférfiak még a pannoniai (pontusi) emeletbe tartozónak, mások már levantei korúnak tartják. Lóczy Lajos dr. egy ízben úgy nyilatkozott, hogy a széchenyi-hegyi édesvízi mészkő lehet szintén hévforrásvízi eredetű s ez esetben a pleisztocént megelőző emelet idején tevékenykedett hévforrások, helyesebben langyosvízű források üledékével volna dolgunk. Vagyis más szóval a pannoniai, illetve levantei emelet idején még magasabban fakadtak volna a hévforrások s a pleisztocénben ugyanazok a források mélyebbre szállottak.

A magam részéről ezt a kérdést is vizsgálat alá vettem, de arra az eredményre jutottam, hogy a Széchenyi-hegy édesvízi mészkővének semmi összefüggése nem lehet a régi hévforrásokkal. A nagy kiterjedésű, de csekély vastagságú, igen erősen bitumenes mészkő véleményem szerint inkább a pannoniai (pontusi) emelet végén képződött tiszta mocsárvízi képződmény, amely a beltó vizének elvonulása után itten visszamaradt kisebb, mocsárszerű állóvízben ülepedett le. Emellett szól a mészkőnek helyenként egészen tavikréta-szerű kifejlődése is (pl. a németvölgyi temető felé nyíló völgy felső részében levő kis fejtésekben), továbbá az, hogy igazi mésztufa jellege egyáltalában sehol sincsen.

Ha már most a budai hegység területén kívül eső, de még közeli tájakon hasonló régi hévforrási üledékeket keresünk, éppenséggel nem mondhatjuk azokat ritkának. Így Epölnél, Mogyorósnál, Lábatlannál, Piskén, Dunaszentmiklós környékén, majd Baj, Szöllös és Tata mellett találunk kisebb-nagyobb mésztufa-foltokat. Ezeket az utóbbiakat, bár nem tartoznak szorosan a tárgyamhoz, miután a budai hegység területén kívül esnek, főleg a teljesség kedvéért és egységes kép nyújtása céljából sorolom föl és tüntetem föl mellékelt térképemen. Megjegyzem, hogy az utóbb fölsorolt mésztufa-foltoknak a térképembe való pontos berajzolást LIFFA A. dr. eredeti fölvételei után eszközöltem, akinek szíveségéért ezen a helyen is köszönetet mondok. Ugyancsak az ő szóbeli közlése nyomán említem föl azt, hogy Dunaalmáson, közvetlenül a Duna partján, két hévforrás fakad ma, amelyeknek hőfoka $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nyilvánvaló, hogy ugyanezek a hévforrások tevékenykedtek a pleisztocén idején is kissé délebbre és magasabb nivóban s hozták létre a nagy mésztufalerakódásokat. Továbbá LIFFA szerint egy $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékű hőforrás fakad ma Esztergomban, szintén közel a Dunához, a bazilika hegye alatt. Azonkívül ugyanitt létesítettek egy fűrt kutat, amelynek vize szintén $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nyi. Esztergom környékén azonban régebbi mésztufalerakódás nincsen. Régóta ismeretesek a tatai pompás hévforrások, amelyek valósággal természeti látványosság-számba mennek. Nevezetesen az Eszterházy grófi parkban levő pompás forrás minden természetbarátot valósággal elragad. Azonkívül a tóvárosi út mellett s a nagy tótól délnyugatra vannak források. A hévforrások kétségkívül itt is azokon a repedéseken szállanak föl, amelyek a tatai elszigetelt mezozoikus hegyrögöt szeldelő törésekkel párhuzamosan az alattaliban húzódnak s a föléje települt fiatalabb (pannoniai) rétegekkel el vannak földve. Ezeknek a hévforrásoknak pleisztocénkori üledékei a vastag mésztufalerakódások.

Kovasavat lerakó hévforrások is tevékenykedtek a közelben. Kovasavas üledéket találunk a velenicei gránithegységben, hol a kvarctelések egyes repedéseket töltenek ki s néha hosszan, több száz méter hosszúságban is nyomozhatók. Nevezetesebb előfordulások vannak a Meleghegy gerincén, délebbre Sukoró környékén s Nadaptól ÉK-re a Templom-hegyen. A telések uralkodó csapásiránya ÉNy—DK-i. Anyagukat malomkőgyártás céljaira fejtik.¹ A Meleghegytől keletre levő kisebb hegyrögök eruptívus anyaga teljesen átkvarcosodott. Továbbá a

¹ Ezekről első ízben s eddigelé egyedül dr. SCHAFARZIK F.-től, a műegyetemi hallgatók részére írt geológiai kirándulási naplóban van szó. «Geológiai kirándulás a Velenicei-hegységbe, Fehérmegyében.» Kézirat gyanánt.

polgárdii Somlyóhegyen észleltem kovasavas kiválást. Itt a palaeozoikus kristályos mészkőnek egy jól észlelhető E—D-i repedése mentén a mészkő elkovásodását és szürkés chalcedonszerű kovasavlerakódást konstatáltam.

Azonkívül, úgy látszik, nem ritka jelenség a kovasav kiválása a Vérteshegység területén sem. Csákbéreny környékén a Likaskő dolomitsziklijának a csúcsa barnásszínű limonitos kovasavból áll. Ettől kissé északabbra, az «Öregszőlőhegy» keleti lejtőjén két ugyanilyen barnásszínű, limonitos kvarctelért észleltem, amelyek, mint ellenállóbb kőzetek, a porlékonyabb dolomitból kis magasságra kimerednek. Csapásuk ÉNy—DK-i. Azonkívül még több helyen is vannak hasonló kovasavlerakódások.

A budapesti nagygellérthegyi elkovásodott márgákhoz egészen hasonlót ír le Vadasz E. a csővár-nézsai dunabalsparti hegyrögökből a m. kir. Földtani Intézet XVIII. kötet, 2. füzetének 162(64)-ik lapján. Ezek a márgák is utólagosan alakítottak át a kovasavas hévforrások által.

Hazánknak számos más helyéről is ismerjük régi hévforrások tevékenységének nyomait, amelyek azonban eddigelé tanulmány tárgyai nem voltak. Így régóta ismeretesek az eperjes—tokaji liparit-andezit-vonulatot kísérő hévforrási üledékek, főleg geiziritek, opálos anyag lerakódása stb. Hasonlót említenek a Magyar Ércshegységből, pl. Körömöcbánya tájékáról, a Mátrából stb.

Hasonlóképen számos, hévforrás tevékenységére utaló üledéket lelünk a nyugatkrassószörényi granodiorit-dacitkitörések környékén. Kovasavas üledékek és fluoritkiválás főleg Új-Moldova környékén fordul elő. Hasonlóképen kovasavas üledékek, de főleg a mészkő hatalmas övben való elkovásítása mutatkozik Új-Moldovától északra Szászkabánya, Szenesfalva, Havas Mária és tovább Oravica—Csiklovabánya környékén. Mindezekben a helyeken a hévforrási tevékenység a régi vulkáni kitörésekhez van kötve, azok környékén fordul elő, tehát kétségtelenül post-vulkáni tünemény.

Kissé más jellegűek a Krassószörény megye északi részén, Krivina és Petrosza községek környékén előforduló kovasavlerakódások. Itt a régi devon- vagy karbonkorú, szericítés agyagpala, kvarcitpala, mészkő és dolomit fölött jelentékeny kiterjedésű foltokat, takarókat alkotva, sárgás vagy sárgásbarna színű, tömött, néha likacsos kovasavlerakódás (forráskvarcit) lelhető, amelyben helyenként mangánérczsinórok és fészkek fordulnak elő. Egyes helyeken a régi mészkőnek nagymértékű metamorfizálása, elkovásítása észlelhető. Valószínűleg egyes gyenge limonitképződés is ezeknek a forrásoknak tevékenykedésére vezethető vissza.

Ezen a területen nem fordul elő eruptív kőzet, csak tőle északabbra, Petrosza községen túl lép föl andezit, amelyvel talán genetikai összefüggésben van a szóbanforgó kovasavas lerakódás.

Ha a budapesti hévforrásoknak és a környékükön előforduló régi hévforrási tevékenységre utaló üledékeknek külföldön keressük analógiáit, szintén találunk többet. Az alsó-ausztriai «Thermenlinie» forrásai és hévforrásaink közt levő hasonlatosságra már megfelelő helyen utaltam (l. a 190. oldalon). Nagyon érdekes és nevezetes hévforrásainknak a francia Centralplató forrásaihoz, de különösen az itteni régi hévforrásüledékeknek a francia régi forrásüledékekhez való hasonlósága. A francia Centralplató forrásait s a velük kapcsolatba hozott egyéb tüneteményeket VOISIN¹ ismertette, majd részben az ő nyomán F. E. SUESS [32] is leírta. Szerintük a mai hévforrások a régi alaphegység s a lesüllyedt és fiatalabb harmadkori rétegekkel feltöltött, ma síkot formáló területek közt a határt adó törési vonalakon fakadnak; nevezetesen ott, ahol a főtörést haránttörések is érik. Ezeknek a hévforrásoknak tevékenysége összefüggésbe hozható az Auvergne-beli s Velay-i vulkánok működésével, amelyek a variscusi és armoricai hegrendszer találkozási vonalán, «Schaarung»-ján kitörtek. A legnevezetesebb hévforrás, a vichy-i, a főtörésvonalat NyÉNy—KDK-i irányban keresztező harántrepedésen tör elő. Ma a forrás nagytömegű aragonitból álló mésztufát rak le, amely főképen az említett harántrepedést kitöltve fordul elő s amelyet «Cölestin-telér»-nek neveznek.

Ezt a harántrepedést KDK felé tovább nyomozva, geizirüledék lelhető, amely valószínűleg pliocénkori. További folytatásában fluoritot és baritot tartalmazó kvarctelért konstatálhatunk; végül ebben az irányban tovább haladva, a Mt. Peiroux bazaltkitörésére akadunk. Ezen a vonalon nyomult föl korábban a hévforrás és rakta le a fölsorolt anyagokat. Ha ezt a repedésvonalat NyÉNy felé is meghosszabbítva képzeljük, a süllyedési területen túl, az alaphegység túlsó szegélyén a jensati szénsavas hévvizet találjuk, amely szintén kétségkívül ezzel a repedéssel áll kapcsolatban.

A Vichytől északra levő forráscsoportokat az előbbi Cölestin-telérrel párvonalas hasadékokkal hozzák kapcsolatba. Ezek a hasadékok a karbon kőzeteit és a porfirt szelik át s jellemző rájuk a fluoritkristályokban való gazdagságuk. A ma rajtuk fakadó források viszonylag sok fluort tartalmaznak, tehát nyilvánvaló, hogy a hévforrások a korábbi tevékenységük időszakában rakták le a fluoritban gazdag üledéket.

¹ VOISIN: Mem. sur les Sources Minérales de Vichy et des Environs. Annales des Mines. Paris 7-ème Série. 1879. Tome XVI.

VOISIN ezenkívül több saját szerű képződményt ír le erről a vidékről, amelyeket régi, miocénkori geizirüledéknek ismert föl. Így szerinte a Limagne tavi üledékeinek legalján a kvarc- és földpátszemekből álló homokot a hévvízi eredetű kovasavas, néha azonban csak meszes cement köti össze. Azonkívül egy sajátos meszes, oolitos kőzetet is hévforrásüledéknek tart, amely különböző emeletekben fordul elő. Vichy mellett az édesvízi mészkő a rendestől eltérő sajátosága: gyakran oolitos szerkezetű, vagy kovasavas konkréciót tartalmaz s a vasoxid többnyire vörösre festi.

Egy másik külföldi hévforráscsoport a teplitzi (Csehország), amelynek korábbi tevékenységének nyomai emlékeztetnek a budapesti régi hévforrásnyomokra. A teplitzi régi hévforrásnyomokat, barit és kovasavas üledék (szarukő) képződését SUESS F. E. [32] ismertette.

Szerinte a porfirtömszre — amelynek repedéseiből törnek ma elő a hévforrások — cenomán konglomerát és homokkő telepszik, amelyeknek szemei szarukővel vannak összecementezve s úgy a szarukőben, mint a konglomerát üregeiben barit kristályok nagy számmal találhatók. SUESS szerint ezek a melegvíz képződményei. Létrejöttük a következőképen képzelhető el:

Azelőtt a harmadkori rétegek vastag, vízhatlan takarója elfödte úgy a porfirtömszöt, valamint az erre települt csekély vastagságú cenomán konglomerátot, homokkövet és a senon pläner mészkövet. A régi hévforrások tehát, amelyek a porfir repedésein fölszálltak, megtöltötték a permeábilis konglomerát és homokkő üregeit a vízszorító harmadkori rétegek alatt. Itt az üregekben, hézagokban a viszonylag csendes mozgásúvá vált hévvízből az ásványok lerakódása könnyebben történhetett. Ehhez járult még az atmoszferikus víz hozzászívargása, ami a hőmérséklet csökkenését s ezáltal a nehezen oldható bariumszulfát könnyebb kiválását okozta. Ahol a porfir fölött a pläner mészkő következik, a kettő határán egy keskeny vörösbarna, szalagozott szarukőlerakódás van, amely szintén hévforrásüledék. Ma a harmadkori vízhatlan takaró s részben a krétaképződmények is elerodálódtak, a porfir a felszínre került s így ma a hévforrások ennek repedéseiből aránylag mély térszínen fakadhatnak.

III. A budai hévforrások fejlődéstörténetének vázlata.

Ha elfogadjuk azt, hogy a mai budapesti hévforrások vegyes jellegű hévvizek, amelyekben jelentékeny szerepet játszik a juvenilis elem, úgy már a priori föltételezhetjük, hogy az ismertetett juvenilis eredetű hévvízi üledékek, illetőleg az azokat a korábbi korszakokban lerakó hévvizek nem szerepelnek egészen idegen tünetény gyanánt, amelyekhez a mai hévforrásainknak egyáltalában semmi közük nincsen. Sőt ellenkezőleg, a mai hévforrásokat a régiek — bár többé kevésbé megváltozott jellegű — egyenes leszármazottjainak tekinthetjük. Megkísérlem az eddigi tapasztalataim nyomán vázolni azt, hogy a harmadkor és negyedkor folyamán hogyan tevékenykedtek s milyen változáson mentek át hévforrásaink, vagyis a hévforrások fejlődéstörténetének vázlatát óhajtom nyújtani.

A harmadkor legrégibb korszakában, az eocénben még semmi nyomát nem leljük hévforrások tevékenységének. Vannak ugyan édesvízi mészkövek a barnaszéntelegeket tartalmazó alsó rétegszoportban, mint Nagykovácsin, Pusztaszentivánon, Vörösváron s az esztergomi barnaszénmedencékben, ezek azonban tipusos mocsárvízi képződmények, amennyiben az ú. n. tavikréta tökéletes analogonjai. Mocsárvízi csigák és növények fordulnak bennük elő, mint *Planorbis*ok, *Linnæák*, továbbá *Chara*-termések stb. Ezeknek az üledékeknek tehát semmi közük sincs a jóval későbbi forrástevékenységhez. Az oligocénben sem találunk semmi nyomot arra nézve, hogy a hévforrások tevékenykedtek volna már. Az eocén- és oligocénüledékeknek kovasavas források által való metamorfizálása, amint erről alantabb szó lesz, későbbi korban történt.

Az alsó mediterrán emeletbeli tengerparti képződésű kavics- és homoklerakódásokban Budafok környékén számos kovásodott fadarabot, sőt törzset lelhetni. Ezeket a törzseket az akkor a tengerből kiemelkedett szárazulatokon fölfakadt hévforrások opálosították el s innét kerültek a tengerparti üledékekbe. De hogy melyik szárazulatról

kerültek ide, nem eléggé világos. Az alsó mediterrán üledékek kizárólag kvarekavicsból és kvarchomokból állanak; dolomit és mészkőkavicsnak nyoma sincs, ami a budai hegység abráziójából származhatnék. Ennek okát egyfelől abban látom, hogy a dolomitból, de főleg a mészkőből sokkal kevésbé képződik kavics az abrázió következtében, mint a kvarcos kőzetekből, nevezetesen a kristályos palából. Másfelől pedig ami dolomit és mészkőkavics képződött is, az az erős áramlástól és hullámveréstől sodort kvarckavicsok közt teljesen elkopott, elpusztult.

Hogy azonban a mezozoikus mészkő- és dolomithegység abráziójából keletkezett anyag is belekerült az alsó mediterrán parti jellegű üledékbe, arra határozottan utalnak azok a legömbölyödött szarukőkavicsok, amelyek az alsó mediterrán kavicsok közt — igaz, hogy ritkán — lelhetők. Már pedig a szarukő, amint tudjuk, csakis a dolomitból származhatik, ahol kisebb-nagyobb gumókban, sőt vékonyabb rétegekben is jelen van.

Ami az alsó mediterrán emelet kvarckavicsainak és kvarchomokjának eredetét illeti, arra nézve kétségtelennek tartom, hogy az alsó mediterrán (sőt már a felső oligocén) idején a tétény—biai platótól délre egy hatalmas, kristályos palából álló alaphegység emelkedhetett ki, amelynek abráziójából származtak szóbanforgó kvarekavics- és homokrétegeink. Azonban, hogy már most a kovásodott fatörzsek honnét kerültek ide: a mai hegységünkől, vagy a délre eső s ma már elsülyedt kristályos pala alaphegységből, arra kielégítő választ nem adhatunk. Az opálosodott fatörzsek és fadarabok jelenlétéből az azonban bizonyossá válik, hogy az alsó mediterrán emelet idején a kovasavat lerakó hévforrások már tevékenykedtek a környéken.

A szarmata emeletben szintén határozott, biztos nyomát látjuk a hévforrások működésének. Nevezetesen Rákoson, a vasúti delta bevágásában, a szarmata emelet rétegei közé települve tártak föl annak idején egy opálból és chalcedonból álló lemezt (l. a 205. oldalt).

A pannoniai (pontusi) emeletben szintén biztosan kimutathatjuk a kovasavat lerakó hévforrások tevékenységét. Ez a hely a Széchenyi-hegy déli részén, a Farkasvölgy keleti (bal) oldalán van. Itt kisebb kovasavas lerakódások vannak jelen, amelyek egyikében a dolomit fölé települő pannoniai emeletbeli konglomerátnak, helyesebben kavicsnak egyes gömbölyödött kavicsszemeit találjuk belezárva. Az ezzel a kavicssal összefüggésben levő homokkőben kissé északabbra *Aceratherium incisivum* állkapcsot leltek, ami a lerakódás pannoniai (pontusi) korát kétségtelenné teszi. A helyszíni vizsgálat alapján arra az eredményre jutottam, hogy a kavicsszemeknek a kovasavas anyaggal való összecementezése valószínűleg a kavicsok lerakódása közben történ-

hetett s talán nem utólagosan, a kavicsok lerakódása után. Erre utalna részben az a körülmény, hogy a kavicsszemek nem sorakoznak sűrűn egymás mellé, hanem néha nagyobb távolságban van egy-egy szem beágyazva. Tehát ezen a helyen a hévforrás tevékenysége leginkább interpannonikusnak tekinthető, bár nincs kizárva annak fiatalabb (levantei) kora sem.

A legtöbb kovasavas üledék pontos korát nem állapíthatjuk meg, mert a legtöbb esetben csak azt észlelhetjük, hogy egyes repedések, vagy a rétegzés mentén bizonyos képződmények elkovásodtak, illetőleg egyes kőzetrepedésekben kovasavból álló, fluorit- vagy baritterakódások vannak. Ezekben az esetekben csak annyit konstatálhatunk, hogy a kovasavas stb. üledékek és az általuk létrehozott metamorfizálás fiatalabb korú, mint azok a rétegek, amelyekben a kovasavas és egyéb üledékeket tartalmazó repedések vannak, illetőleg amelyek metamorfizálódtak. De ezek fölött a repedésektől áthatott és metamorfizált kőzetek fölött sehol sem lelünk érintetlen, nem metamorfizálódott rétegeket, amelyekhez képest a kovasavas hévforrások tevékenységének idősebb voltát bizonyíthatnók.

Nevezetesen azt észlelhetjük, hogy a kovasavból álló vékony telérhálók átszövik pl. a dolomitot, majd a dolomit fölé települt felső eocén márga is el van kovásodva s a márga repedéseiben barit kristálykák vannak. Ez észlelhető a kis Gellérthegy nyugati részében. A keleti részében pedig, mint említettem, a dolomiton keresztülhatol egy tölcser, amely porszerű kovatufával van kitöltve, de fölötte az eocén márga is egészen el van kovásodva, szivacsos-likacsos kovaanyaggá van átalakulva. Még keletebbre a két Gellérthegy között, a budaörsi úton, valamint fönn a Gellérthegyen a csőszház közelében, továbbá az egykori sárosfürdői árokban az oligocén budai márga van elkovásodva. Ezeken a helyeken a fölfakadt hévizek kovasavas vize, valószínűleg a kitűnő rétegzés mentén, nagy távolságra elszívárogatott s nagyobb területeken kovásította el a rétegeket. A Gellérthegy felső részén, a fellekvártól délre szintén erősen elkovásodott eocén és oligocén márgákat és breccsákat találunk helyenkint, amelyeket barittal kitöltött telérkék is átszelnek. Ezeken a helyeken tehát bizonyos, hogy az alsó oligocénnél fiatalabb volt a hévforrások működése, de tovább már nem mehetünk a kor megállapításában, mert fiatalabb üledékek itt hiányzanak.

A kissvábhegyi baritot, fluoritot és kvarcot tartalmazó telérek a felső eocén mészkövön haladnak keresztül. A Mátyáshegyen a felső eocén márgának teljes elkovásodását konstatálhatjuk s ennek, valamint a felső eocén orbitoideses mészkőnek réseiben

lépnek föl a baritkristályok és telérek is. Tehát ezeken a helyeken csak a felső eocénnél fiatalabb korát állapíthatjuk meg a tevékenyedett hévforrásoknak. A Kevélyhegyen, a Hárshegyen s a Somlyóhegyen az alsó oligocén hárshegyi homokkő van helyenkint elkovasodva s találhatók benne helyenkint barit kristálykák; ez alapon tehát az itt valószínűleg tevékenyedett hévforrásoknak postoligocén koráról szerezhethünk tudomást.

A budai hegység a középső oligocén idő óta szárazon állott; tenger vagy tó vize (a Széchenyi-hegyet kivéve), úgy látszik, többé el nem borította hegyvidékünket, tehát fiatalabb üledékek nem rakódhattak a régibb hegyrögökre. Miután pedig néhány esetben sikerült fixíroznom a kovasavas hévforrások korát, azt hiszem, általánosíthatjuk hegységünkre nézve azt a tételt, hogy a budai hegyek területén a miocénben, nevezetesen az alsó mediterrán emelet idején kezdtek tevékenykedni a kovasavat lerakó hévforrások, amely tevékenység folytatódott a felső mediterrán, szarmata és pannoniai (pontusi) emeleteken keresztül a pliocén levantei emeletébe. Ugyanez áll természetesen a barit és fluorit előfordulásokra nézve is.

Nevezetes körülmény, hogy a közeli hatalmas vulkáni tevékenység területén: a visegrád—szentendrei andezitterületen sem a vulkáni kitörésekkel egyidejű, sem postvulkánikus hatásként utóbb lerakódott kovasavas hévforrási üledékeket nem találunk. Itt, a budai hegyek területén, ahol ezek föllépnek, a mediterrán vulkánizmussal határozott összefüggésük ki nem mutatható; mindamellett mégsem tekinthetjük ezeket egyébnek, mint a hatalmas vulkáni kitöréseket a távolabbi környéken kísérő postvulkánikus tűneményeknek. Ennek a nézetnek ad már kifejezést a Földtani Közlönyben a Zsigmondy-féle nagy munkát («A városligeti ártézi kút Budapesten») ismertető szakemberünk [19], aki a 130. oldalon ezt írja: «Kétséget nem szenved, hogy... az összes budapesti hévvizek fellépését a harmadkori eruptív tevékenység gyenge utóhatásának kell tekinteni.» Hegységünkön kívül eső területen, a Velencei hegységben, a Sukoró mellett levő kvartetelérek galenittartalma már a valódi telérek felé való átmenetre utal.

A hévforrások további, fiatalabbkori tevékenységéről már sokkal többet tudunk, mert jelentékeny kiterjedésű és vastagságú üledékek rakódtak le a hévforrások fölfakadási pontjai körül. Az üledék ekkor már kizárólag mésztufa, kovasavas üledéknek már nyoma sincsen. Ezeknek a mésztufáknak a kora, amint a bennök foglalt szerves maradványokból kitűnik: pleisztocén.

A mésztufalerakódások mindenekelőtt az anyag szempontjából nevezeteseek. A korábbi lerakódások csak kovasavat, gyéren fluoritot és baritot raktak le, mészkarbonát-lerakódásnak semmi nyoma sincsen. Ez történik — mint fentebb kimutattam — az alsó mediterrán emelettől, úgy látszik, a levantei emelet végéig. Ekkor aránylag nevezetes változás áll be a hévforrások élettörténetében, mert ettől kezdve mészkarbonátot kezdenek a hévforrások lerakni.

Az előbbieknél oldatban való tartására és lerakására igen magas hőmérsékletű vizet kell feltételeznünk, amely a mélységből fölszállt; a mésztufa lerakódása már alacsonyabb hőmérsékletű vízből is történhetik, ámbar a pizolitok jelenléte még mindig magasabb hőmérsékletű vízre utal. A mi hévforrásaink közül pl. a karlsbadi Sprudellel hasonlíthatjuk össze a pleisztocénidőbeli hévforrásainkat. Karlsbadon ma, amint közismert, képződik borsókő s a forrás hőfoka 73.1°C , tehát a pleisztocénkori budapestvidéki hévforrások hőfokát is körülbelül ennyire tehetjük.

Meg kell jegyeznem, hogy a régebbi kovasavas üledékek élesen elválnak a fiatalabbkori mésztufáktól s valamilyes fokozatos átmenet köztük ki nem mutatható. Így az eddigi vegyi vizsgálatok nem mutatták ki a mésztufában, illetőleg a mai hévvizék üledékében pl. a *F*, *Ba*, *Sr* elemeket (de mégis kimutatták az üledékben s magában a vízben is pl. a *Si*, *P* stb. elemeket). Lehetséges, hogy újabb, behatóbb vegyi vizsgálat talán szorosabb kapcsolatot mutatna ki ama régi forrásképződmények s az újabbkori mésztufalerakódás közt. A mindenesetre szembeötlő különbség arra a gondolatra vezethetne, hogy talán kapcsolat a kettő közt alig van s a fiatalabb mésztufát lerakott hévforrások ama régebbieknél talán nem közvetlen leszármazottjai. Azonban azt hiszem, abban nem láthatunk valószínűtlenséget, hogy ugyanazok a források, amelyek korábban uralkodólag kovasavat raktak volt le, később kalciumkarbonátot raktak le. E tekintetben a teplitzi és a vichyi analógiákra utalhatók.

A tömött mésztufa legnagyobb részében kövület nem lelhető; más rétegekben viszont elég bőven találhatók pleisztocén puhatestűek, amely utóbbi rétegek — azt vélem — a főlfakadási helytől távolabb eső, langyosabb vizű pocsolyákban képződtek.

Főlemlitem itt azt az érdekes körülményt, hogy a nagyvárad-i püspökfürdői hév víz korábbi pleisztocén és holocén lerakásaiban olyan csigafajokat, nevezetesen *Melanopsis*-okat és *Neritina*-kat találunk [l. Kormos T. 39], amelyek határozottan a megelőző korszakokból, nevezetesen a levantei emeletből maradtak vissza; sőt ugyanezek a fajok, illetőleg azoknak bizonyos irányban fejlődött változatai ma is élnek a püspökfürdői tó vizében, tehát határozott reliktum-faunával

van dolgunk. Ilyen visszamaradt reliktum-faj ugyancsak a Püspökfürdőben a hévvízi tündérrózsa is. Ezeknek a mélyebb, subtrópusi éghajlatbeli állatoknak és növénynek itteni jelenléte csak oly módon érhető, ha az említett helyen a hévforrás már akkor tevékenykedett, amikor az illető fajoknak a magyar medence normális lakóhelye volt, tehát legalább a leventei, esetleg már a pannoniai emelet idején. Ennek a hévforrásnak a tavában a megélhetési viszonyok — elsősorban a hőmérséklet — nem változtak lényegesen a jelenig s így ezek a fajok itt, mint egy subtropikus oázison (Brusina) átéltek az azután következő zordabb időszakot, a pleisztocén «jégkorszak»-ot, amikor a magyar medence területének összes egyéb álló- és folyóvizeiből úgyzólván teljesen kipusztultak a régibb, pliocén típusú állatok.

Mint KORMOS T. legújabban ismertette, [47, 87.], még van egy pontunk, ahol az előbb vázoltakhoz hasonló körülmények közt maradt vissza a pleisztocénben három reliktum állatfaj, nevezetesen: *Telphusa fluviatilis* nevű rákfaj, amely ma Dalmáciában él, egy déli típusú teknős s egy szintén déli típusú *helix*-faj. Ez a hely a mellékelt térképen is föltüntetett sütti pleisztocén mésztufa előfordulás.

Ma már megállapítottnak tekinthetjük, hogy a budapesti vidéki mésztufákban pliocén elem nincsen, csakis pleisztocén s ezért eléggé biztosra vehetjük, hogy a mésztufa lerakódása s ezzel kapcsolatban a hévforrások bizonyos, a maihoz hasonló karakterének kialakulása a pleisztocén időben, még pedig a pleisztocén elején történt.

A pleisztocén korbeli mésztufáknak elhelyezkedésében, azok magassági viszonyait tekintve nincs teljes egyöntetűség; abban azonban megegyeznek, hogy a hévvizek mai kibukkanási pontjainál mind magasabban fekszenek. Magasságuk 140 m és 250 m tengerszín fölötti magasságok közt ingadozik, tehát a legmagasabb és legalacsonyabb fekvésű mésztufalerakodás fekvése közt 110 m magasságkülönbség észlelhető.

Fölemlítésre érdemes körülmény az, hogy több helyütt az alacsonyabban fekvő mésztufák alatt régi pleisztocén terraszt konstatálhatunk. Tudniillik a kiscelli agyag vízszintesen lenyesett rétegeire néhol kavics, homok és agyag telepszik s csak e fölött következik a mésztufa. Nyilvánvaló, hogy ezekben az esetekben a mésztufa óvta meg az egykor kétségkívül sokkal nagyobb kiterjedésű terraszmegmaradványait. Nyilvánvaló továbbá, hogy a szóban forgó terraszmegmaradványok nem lehetnek egyebek, mint a régi, pleisztocénkori Dunának a hordalékai. Ilyen terraszmegmaradvány előfordul a kiscelli platón, amit már régóta ismerünk és többszörös megvitatás tárgya volt. Fontos, hogy itt

a kvarckavicsok mellett andezitkavics is előfordult, ami határozottan utal arra, hogy az anyag észak felől, a visegrádi szoros felől sodortatott ide, tehát dunai eredetű. KOCH ANTAL fölemlíti [16.], hogy a békásmegyeri Rókahegyen a kiscelli agyag fölött s a mésztufa alatt sárga homok telepszik közbe, ami, azt hiszem, szintén dunai eredetű. A kálászi Ezüsthegyen MAROS-sal szintén kavicsot észleltem egy ponton a mésztufa alatt; hasonlóképen a pomázi Majdán polje platón a kiscelli agyag fölött s a mésztufa alatt konstatálhattam a kavicsot. Lehetséges, hogy a többi alacsonyabban fekvő mésztufaelőfordulások is, pl. a Várhegy is ilyen lenyesett Dunaterraszra települtek, bár ez utóbbira határozott bizonyítékaink nincsenek.

Bármint legyen is a dolog, a mésztufák határozottan kijelölik a budai hegyek eme részének a pleisztocénben megvolt fölszínét. Leginkább föltűnő ez a Várhegynél. Itt a mésztufa a budai márga fölött fekszik horizontális tábla alakjában, amely eredetileg az egyenletes, körülbelül egyforma magasságú térszínen rakódott le. A pleisztocén egy bizonyos idejétől kezdve folytontartó erózió a Várhegy környékéről lassankint fokozatosan elhordta a könnyebben elszállítható anyagot, amely munkában kétségkívül nagy szerepe volt még a szél hatásának (deflációnak) is. Az erózió tehát fokozatosan mélyítette a régi pleisztocén fölszínben a fővölgyet s ezzel kapcsolatban a mellékvölgyeket is.

Az eroziófenékvonalának a mélyebbre szállását követik azután a hévforrások is. Az alluviumban, illetőleg má má jóval mélyebben fakadnak a hévforrások, mint a pleisztocénben. Egyik természetes oka ennek az, hogy a hévforrások forrás-csatornájuk eldugulása, mészkarbonáttal való kitöltődése következtében más-más utat keresnek a fölszállásra a hasadozott alaphegységben s eközben a legmélyebb térszínre is eljutnak s ott maradnak. Ezt a jelenséget minden hévforrásnál megtaláljuk. Azonkívül hozzájárulhat még az is, hogy a hévforrások fölszálló ereje általában csökken.

SCHAFARZIK FERENC dr. az aldunai Vaskapu történetéről írott munkájában¹ annak a nézetének ad kifejezést, hogy az Alföld medencéjét a pleisztocénben nagy kiterjedésű édesvízű tó borította el, «amely a budai hegység keleti szélének termális vonalán a forrásokat felduzzasztotta, amit az édesvízi meszek jeleznek».

Ebből tehát az következne, hogy talán ennek a pleisztocénkori

¹ SCHAFARZIK F.: Az aldunai Vaskapu hegység geol. viszonyainak és történetének rövid vázlata. Föld. Közl. 33. k. 334. old. 1903.

tó vizének a hidrosztatikai nyomása okozta a budapestvidéki pleisztocénkori hévforrásoknak a mainál jóval magasabb helyeken való fakadását. Lehetséges, hogy az Alföld közepén a pleisztocénben egy nagy vagy több kisebb beltó, vagy mocsár terült el, de véleményem szerint a budai hegyek s a budapesti hévforrások környékétől csak meglehetősen nagy távolságban lehetett ez a tó (vagy tavak), úgy hogy annak hidrosztatikai befolyását számba már nem igen vehetjük. Azt hiszem, hogy a pleisztocén elején az a térség, amely a budai hegyek lába és a Csomád—Főt—Cinkota vonalába eső neogén halomvidék közt elterül, neogén rétegekkel volt föltöltve, amelyek fölött a pleisztocénkori Duna kb. 200—140 m tenger színe fölötti magasságban kanyargott. Szóval ez a magasság volt a pleisztocénben az eróziófenékvonala, amelynél mélyebb fekvésű hely nem volt a környéken; tehát a hévforrások a pleisztocénben ennél a magasságnál mélyebben szükségképen még nem is fakadhattak. Ennek a megfontolásnak alapján pedig nem válik szükségessé a pleisztocénkori tó hidrosztatikai nyomásának segítségül hívása.

A Duna a pleisztocén későbbi folyamán és a holocénben ingamozgásszerű helyváltoztatásával azután lassankint eltávolította a két hegyvidék közt lévő, laza neogén rétegeket.¹ A Duna fokozatosan mind mélyebbre vágódott, míg végre a mai medrébe jutott. Természetesen ezzel kapcsolatban az erózió fenékvonala is mind mélyebbre süllyedt ez által s a hévforrásoknak is alkalmuk nyílt az előbbieknél sokkal mélyebb helyen a fölszínre jutni.

★

Nézzük már most azt, hogy a budapesti hévforrásokon milyen változásokat észleltek a történelmi idő folyamán.

1. A hévforrások hőmérsékletének változásai. MOLNÁR [14., 228] szerint több okból arra a következtetésre jutunk, hogy a hévforrások hőmérsékletében a régi idők folyamán változás állott be. Igen érdekes eszmemenetű következtetése a következő:

A rómaiak az aquincumi (ó-budai) hévforrásokat fürdőnek használták. Ha ezek a hévforrások csak 18 R° hőmérsékletűek lettek volna (mint ma), a rómaiak mindenesetre a melegebb józsefhegyi forrásokat keresték volna föl, ha ezek az akkori időben ismereteseek, vagy oly melegek lettek volna, mint mostanában; s ekkor mindenesetre itt is hagytak volna emlékeket, amelyek az ismerés és használás tanúi lehetnének. MOLNÁR szerint nagyfontosságú volt a hévforrások élettörténe-

¹ A pliocén és pleisztocénkori Duna helyváltoztatásaival jelenleg — úgy tudom — STRÖMPL GÁBOR foglalkozik behatóbban.

tében az a nagy földrengés, amely Atilla¹ halála után következő első évben, 455 K. u. történt s amely a régi Aquincum nagy részét elpusztította.² A földrengés emelkedéseket és süllyedéseket idézhetett elő, melyek befolyással voltak a hévforrásokra is; továbbá forró gázok maradványait feltörését eredményezhette. MOLNÁR azt véli, hogy ezen földrengéskor a földkéregben keletkezett hatalmas hasadék nyitott volna egészen új utat a hévforrásoknak,³ amikor is a régi fölszállási útjukat (az ó-budai források felé) jó részben elhagyták volna.

Erre abból következtet [14., 229], hogy míg a rómaiak és Atilla népe az ó-budai forrásokat még mint forróvízű forrásokat ismerték, addig a később betelepült magyarok az óbudai forrásokat nem számították már a hévizek közé s csakis a józsefhegyi és a gellérthegyi forrásokat ismerték ilyennek s használták fürdőnek, amazokat felhevíviznek, az utóbbiakat alhevíviznek nevezvén [14., 166].

Ehhez a mindenesetre igen szellemes és érdekes következtetéshez azonban a magam részéről nem igen járulhatok hozzá, mivel úgy a gellérthegyi, mint a józsefhegyi források fölött a hegyoldalban ma ott leljük a megelőző geológiai korszakokban lerakodott hévforrásüledékeket s én inkább azt vallom — amit már fentebb kifejtettem — hogy a mai hévforrások ama régiekből úgyszólván egyfolytában, tevékenységük félbeszakadása nélkül fejlődtek. Bár nem tarthatom viszont kizártnak azt az esetet sem, hogy a forráscsatornáknak mésztufával való eltömődése, bedugaszolódása által bizonyos ideig egyik-másik forráscsoport tevékenysége szünetelt. Természetes, hogy ilyen szünetelő forrásoknak újból való megnyílását könnyen előidézhette a földkéregnek egy-egy heves megrázkódtatása, főképen ha az új repedések keletkezésével járt. Nincs tehát épen kizárva, hogy a gellérthegyi és józsefhegyi forráscsoportok újból való megnyílását ama hatalmas földrengés okozta; mindamellett valószínűbbnek tartom a másik magyarázatot. Ennek földérítésében mindenesetre jó szolgálatot tehetnének az újabb történeti és archeológiai kutatások.

Rövidebb idő alatt szembetűnő változás a hévforrások hőmérsék-

¹ ATTILÁ-nak ezt a nevet magyar ember még sohasem ejtette ki.

² Erről a földrengésről megemlékeznek MOLNÁR szerint: *Caspinus*, *Sigonius* és *Januarius Salinas*. RÉTHLY ANTAL szíves közlése szerint ennek a földrengésnek epicentruma Sabaria (Szombathely) volt.

³ Más termikus vidéken hasonló tünetényt több ízben jegyezték föl a történeti időben. Így pl. SUESS E. szerint a budapestvidéki hévforrásokhoz igen hasonló alsó ausztriai ú. n. «Thermenlinie» forrásainak vonalán Wöllersdorf közelében az 1626-i földrengéskor fakadt ki az ú. n. «heilsame Brunnen». Az 1768-i földrengés Enzesfeldnél és Badennél a hévforrások számának szaporodását okozta.

letén alig észlelhető; mindamellettt határozottan kimutatható volt csekélymértékű hőcsökkenés. MOLNÁR [14, 229], azt írja, hogy 15 év alatt az ő idejében a budapesti hévforrások hőmérsékletbeli viszonyai nem változtak. KALECSINSZKY [45.], leírja, hogy THAN K. 1868-ban $43.33^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -nyinak mérte a margitszigeti artézi kút vizének hőmérsékletét. (Körülbelül vele egyidő tájban hosszabb időn keresztül ZSIGMONDY V. $43.8^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -ot mért). KALECSINSZKY 1898—1907. éveken át mérte a margitszigeti artézi hévviznek hőmérsékletét és átlagos eredményül $42.6^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -ot kapott; vagyis THAN K. harminc év előtti mérésével szemben $0.7^{\circ}\text{C}^{\circ}$ fokkal vált alacsonyabbá a víz hőfoka. Ennek okát KALECSINSZKY az időközben megfúrt városligeti artézi kút befolyásában keresi. Valószínűleg a többi, természetes hévvizen is történt csekélymértékű hőcsökkenés, de erre vonatkozólag megfigyelések egyelőre nem állnak rendelkezésünkre.

Föl kell említenem, hogy látszólag az ellenkezőre is van példa. SCHAFARZIK F. [31.] főlemlíti, hogy míg MOLNÁR J. a rácfürdői nagyobb forrás hőfokát $43.5^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -nak s a kisebbik (Mátyás) forrás hőfokát $42.5^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -nak mérte, addig ő 1898-ban az előbbinek hőfokául $43.9^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -ot, az utóbbinak hőfokául $43.1^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -ot állapíthatott meg. Valószínű, hogy ez az eltérés a Duna vízállásával kapcsolatos hőfokingadozással megmagyarázható.

2. A hévforrások vegyi összetételének változása. A vegyi összetételben is valószínűleg csekély mértékű változás állott be, még pedig olyan értelemben, hogy az oldatban tartalmazott anyagok mennyisége valamivel kisebb lett. MOLNÁR [14, 219. és 230. o.] főlemlíti, hogy rövidebb időn belül a források vegyi összetétele változatlan maradt, csak egy alkatrész lesz mindig kevesebb, t. i. a kénhidrogéngáz, amely még 85 évvel azelőtt is határozottan érezhető volt. Állítólag régebben a kénhidrogén gázzal az emberek az ezüst pénzt «megaranyozták» (MOLNÁR). Ma a hévforrásainkon vagy egyáltalában nem, vagy csak csekély mértékben érezhető a kénhidrogén szag.

KALECSINSZKY S. [45.] a margitszigeti artézi hévvizen mutatta ki az oldott anyagok mennyiségének csökkenését. THAN K. 1868-ban végzett vegyi vizsgálatához képest KALECSINSZKY 1908-ban 88 mgr.-mal kevesebb szilárd alkotórészt mutatott ki a margitszigeti hévvizben. Ennek okát is a városligeti artézi kút megnyitásában látja.

3. A források vízmennyiségére vonatkozólag a kellő megfigyelési anyag még hiányzik. Valószínűnek tartom azonban, hogy a 24 óránként szolgáltatott vízmennyiségben is csökkenés állott be, amit a forrástulajdonosok a napi óriási vízszolgáltatás mellett észre nem vettek. Erre utal már SCHAFARZIK F. dr. és KALECSINSZKY [30 és 45.], akik azonban a valószínű vízelvezetést a városligeti artézi kút rovására írják.

Összefoglalás.

A jelen munkában elmondottakat röviden a következőkben foglalhatjuk össze:

I.

1. A budapesti hévforrások keletkezése és legrégibb tevékenysége valószínűleg a fiatal harmadkor elejére nyúlik vissza. Az alsó mediterrán emelet idejétől a levantei emelet végéig lerakódott kovasavas üledékek, fluorit és barit képződése ezeknek a régi termáknak a tevékenységére vezethetők vissza.

2. A hévforrások a későbbi stádiumban, a pleisztocénben kisebb-nagyobb kiterjedésű mésztufa-platókat raktak le. Helyenkint, a forrás feltörési tölcésérekben pompás borsókövek (pizolitok) képződtek.

3. A holocénben az eróziós völgyeknek, nevezetesen a Duna völgyének mélyebbre árkolódásával a hévforrások is mélyebbre szálltak; üledékük ma is csekély mésztufa.

II.

1. A hévforrások hőmérséklete a legrégibb időben, a harmadkorban, a kovasavas fluoritos és baritos üledékek lerakása idejében, lehetett legmagasabb. A pleisztocénben, a mésztufaplatók képződése idejében kissé alábbszállott a hőmérséklet. A holocénben már jelentékenyebben lejjebb szállt a hévforrások hőmérséklete s ez a kisebbedés ma is tart, sőt a jövőben is további csökkenés várható.

2. A hévforrások vegyi alkotása a legrégibb tevékenységi idejükben, a neogénben kissé más volt, mint ma. F.-t., Ba-ot és Si-ot nagyobb mennyiségben tartalmazhattak, úgy hogy alkalom nyílt a kovasavas stb. lerakódások képződésére. A neogénben a hévforrások általában töményebbek lehettek. A pleisztocénben már kétségkívül higabak voltak a feltörő hévforrások; akkor már csak $Ca CO_3$ vált ki belőlük. A holocénben s a történeti idők folyamán a higabbá válás folytatódik s ez várható tovább a jövőben is. Azelőtt a vízben tartalmazott egyes alkatrészek mennyisége az idők folyamán csökkent.

III.

Általában arra következtethetünk, hogy az eredetileg juvenilis hévforrások (a neogénben) ilyen jellege a hévforrások fejlődésmenetében mindinkább elvész: az atmoszferikus vizek a fiatalabb földtani korszakokban nagyobb mértékben keverődtek a fölszálló juvenilis vízhez. A vadózus víznek, a juvenilis vízhez való különböző mértékű hozzákeverődése hozza létre a különböző hőfokú és vegyi összetételű egyes jellegű mai hévforrásainkat.

Melléklet.

Néhány budapestvidéki, a harmadkori hévforrástevékenység által létrehozott vagy metamorfizált kőzet vegyi elemzése.

BALLÓ REZSŐ dr.-tól.

1. Kis-Gellérthegy. A dolomiton áthatoló repedéskitöltő anyag: laza (kissé sárgás-) fehér por vegyi összetétele:

SiO_2	95.38 %
$Al_2O_3 + Fe_2O_3 + TiO_2$	2.09 «
CaO	0.80 «
MgO	0.24 «
Izzitási veszteség	0.83 «
Összesen	99.34 %
	0.66 %

esik a quant. meg nem határozott alkaliákra és Cl , SO_4 és PO_4 -re, valamint a hibákra. A por sósavban hidegen nem, forralva nagyon kis mértékben oldódik, miközben kifehéredik. A HCl -el való oldás után kiizzítva 3.7 % súlyvesztést észlelünk, amelyből 0.83 « izzitási veszteséget levonva

2.96 % marad tisztán a HCl által okozott veszteségnek. A sárgás oldatban 0.69 % Fe_2O_3 és Al_2O_3 van.

2. Kis-Gellérthegy. Az előbbi repedés felső részének oldalából, alakult felső eocén bryozoomos márga. Barnásan sávozott sárgás, könnyű, többé kevésbé laza kőzet. Összetétele ingadozó:

SiO_2	84.60—86.33 %
$Fe_2O_3 + Al_2O_3 + TiO_2$	7.77—6.08
CaO	0.46
MgO	0.16
Izzitási veszteség	4.74—3.08
Összesen	97.73 % 96.11 %

változik, úgy hogy a meg nem határozott alkatrészekre és a hibákra az első esetben 2.27 %, a második esetben 3.89 % esik. A $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ mennyisége fordított arányban, de egyenlő mértékben változik a SiO_2

tartalommal. HCl keveset old. HNO_3 a kiizzított anyagban 8·67% súlyvesztiséget okoz.

3. Kis-Gellérthegy. Ugyanannak a repedésnek oldalából való átalakult kemény, tömött, csengő bryozoumos márga. Szintén magasabbról, a hasadéktól kissé távolabb. Nem egynemű; összetétele:

SiO_2	81·86 %	—	83·02 %
$Fe_2O_3 + Al_2O_3 + TiO_2$	12·05	—	10·95
CaO	2·00	—	1·91
MgO	0·30	—	0·25
Izzítási veszteség	4·07	—	4·04
	<hr/>		
	100·28 %	—	100·17 %

között ingadozik.

HCl forralásra 6·29% súlyvesztiséget okoz, amelyből

1·60 „ $Fe_2O_3 + Al_2O_3$

0·57 „ CaO , amit az összértékből levonva

4·12% marad, ami 0·05% többlettel, tehát jól egyezik a 4·07% izzítási veszteséggel. A HNO_3 0·7%-kal többet old ki, amennyiben 7·02% súlyvesztiséget okoz.

4. A kisgellérthegyi dolomítkőbánya nyugati részéből származó, a dolomitot hálózatos erek alakjában áthálózó limonittelérkék egy darabjának vegyi összetétele:

Oldhatatlan rész	0·96 %
$Fe_2O_3 (Al_2O_3)$	85·04 %
CaO	0·41 %
MgO	0·20 %
SO_4	0·50 %
Izzítási veszteség	1·28 %-ot sikerült meghatározni,
azonban az összeg csak	88·39 %.

Az anyag salétromsavban csak nagyon kis mértékben, erős színváltozás és átalakulás mellett oldódik. HCl -ben erős Cl fejlődés közben oldódik.

5. A Mátyáshegy déli kőbányájából a felsőeocén bryozoumos márga elkovásodott része közt, egy ponton lelhető fehér, lisztszerű anyag vegyi elemzése:

SiO_2	92·80 %
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	4·67 „
CaO	0·50 „
MgO	nyomok
Izzítási veszteség	1·73 %
Összesen	<hr/> 99·70 %.

Irodalom.

1. 1822. BEAUDANT F. S.: Voyage mineralogique et geologique en Hongrie pendant l'année 1818. Tome I—IV. Paris, 1822.
2. 1837. LINZBAUER, X. FRANZ: Die warmen Heilquellen der Hauptstadt Ofen-Pesth, 1837.
3. 1857. SZABÓ JÓZSEF: A budai meleg források földtani viszonyairól. Kir. Term. tud. Társ. Évkönyvei III. köt. Pest, 1857.
4. — SZABÓ JÓZSEF: Fürdősziget Pest és Buda között. Ugyanott.
5. — MOLNÁR JÁNOS: A budai meleg források physikai s vegytani viszonyairól. Ugyanott.
6. — K. F. PETERS: Geol. Studien in Ungarn. Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanstalt. Wien. Bd. 8. 1857.
7. 1858. SZABÓ JÓZSEF: Pest-Buda környékének földtani leírása. A m. Tud. Akadémia által a Nagy Károly díjjal koszorúzott pályáirat. Egy földtani abroszszal. Pest, 1858.
8. 1863. KRENNER, JOSEF: Über die pisolithische Struktur des diluvialen Kalktuffes von Ofen. Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanstalt Wien. Bd. 13. 1863.
9. — KUBINYI FERENC: Az óbudai kiscell mésztufában 1856-ban talált csontmaradványok. A mh. Földtani Társulat Munkálatai II. k. 1863.
10. — SZABÓ JÓZSEF: Az édesvizi mészképlet viszonyai Óbudán. Szakgyűlésről szóló jegyzőkönyvi kivonat. Ugyanott.
11. 1863—4. BERNÁTH JÓZSEF: A budai súlypát vegyelemzése. A m. kir. Term. tud. Társ. Közölnye. 1863—4.
12. 1867. HAUER, KARL: Die Springtherme der Margarethen-Insel bei Pest u. Analyse der Quelle. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien. 1867.
13. 1868. PALKOVICS, G.: Pisolith von Ofen. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien. 1868.
14. 1869. MOLNÁR JÁNOS: A hévizek Buda környékén. A M. Tud. Akadémia Math. és Term. tud. Közlemények. VII. köt. Pest, 1869.
15. — HOFMANN KÁROLY: A budai Svábhegyen előforduló mészkő geologiai koráról. Bány. és Koh. Lapok. 1869. és Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt. Wien. 1869.
16. 1871. KOCH ANTAL: A szentendre-visegrádi és a Pilis-hegység földtani leírása. A m. kir. Földt. Int. Évkönyve. I. köt. 2. f. Pest, 1871. — Geologische Beschreibung des St.-Andrä-Visegráder und des Piliser Gebirges. Jahrbuch der kgl. ung. Geol. Anstalt. I. Bd. 2. Heft; és Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt. Wien. 1871.
17. — HOFMANN KÁROLY: A buda-kovácsi hegység földtani viszonyai. A m. kir. Földt. Int. Évkönyve. I. k. 3. f. — Die geol. Verhältnisse des Ofen-Kovácsier Gebirges. Jahrb. d. kgl. ung. Geol. Anstalt. I. Bd. 3. H.

18. 1873. ZSIGMONDY, W.: Mittheilungen über die Bohrthermen zu Harkány, auf der Margarethen-Insel nächst Ofen und zu Lippik und den Bohrbrunnen zu Alesúth. Mit 4 Tafeln. Pesth, 1873.
19. 1878. ZSIGMONDY VILMOS: A városligeti artézi kút Budapestén. Budapest, 1 térképpel, 5 táblázattal és 3 táblával, 1878, továbbá ennek a műnek ismertetése (I. B.) a Földtani Közlönyben. IX. köt. 128. old. 1879.
20. 1879. SZABÓ JÓZSEF: Budapest geologiai tekintetben. A magyar orvosok és természetvizsgálók 1879-iki vándorgyűlésének évkönyvében. Budapest, 1879.
21. 1882. SCHAFARZIK FERENC: A budai Várhegyben talált pisolittelepről. Földtani Értesítő. III. Évf. Budapest, 1882.
22. 1884. SCHAFARZIK FERENC: Rhinoceros- és mammothcsontleletek. — Neue Rhinoceros- und Mammothknochenfunde. Földt. Közl. 14. k. p. 302 és 580. 1884.
23. — WARTHA VINCE: A kissvábhegyi fluoritról. Szakülési jegyzőkönyvi kivonat. — Über den Fluorit vom Kissvábhegy. Protokollauszug. Földtani Közlöny. 14. k. pag. 571 és 592. 1884.
24. 1885. CHYZER KORNÉL: Magyarország gyógyhelyei és ásványvizei. Sátoraljaujhely. 1885. Vide: 27.
25. — SZABÓ JÓZSEF: Magyarországi és carrarai fluoritok. Szakülési jegyzőkönyv. — Fluorite aus Ungarn und aus Carrara. Protokollauszug. Földtani Közlöny. 15. k. pag. 48 és 369. 1885.
26. 1885. SZABÓ JÓZSEF: Magyarország nevezetesebb fluoritlelőhelyei. — Über die namhafteren Fluoritvorkommen Ungarns. Földtani Közlöny. 15. k. pag. 97 és 199. 1885.
27. 1887. CHYZER KORNÉL: Die namhafteren Kurorte und Heilquellen Ungarns. Stuttgart, 1887.
28. 1889. TSCHEBULL, ANTON, Bergingenieur: Quellwasser für Budapest. Eine geognostisch-bergmännische Studie. Als Manuscript gedruckt. Wien. Verlag des Verfassers. 1889.
29. 1898. BÖCKH HUGÓ: Ásványujdonság a Kis-Svábhegyről. — Eine mineralogische Novität vom Budapester Kleinen Schwabenberg. Földtani Közlöny. 28. k. pag. 129 és 167, 1898.
30. — KALECSINSZKY SÁNDOR: A budapesti eskütéri hidfő munkálatai alkalmával kitört artézi hévíz kémiai elemzése. — Die chemische Analyse der während der Vorarbeiten beim Brückenkopfe am Schwurplatze von Budapest ausgebrochenen artesischen Therme. Földtani Közlöny. 28. köt. pag. 306 és 343. 1898.
31. — SCHAFARZIK FERENC: Szakértői javaslat a rácfürdői gyógyforrások védőterületének megállapítása ügyében. Kézirat gyanánt. Budapest, 1898.
32. — F. E. SUESS: Studien über unterirdische Wasserbewegung. Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanstalt. 48. Bd. pag. 425. 1898.
33. 1899. KOCH ANTAL: A kiscelli párkánysík geologiai szelvényének mintája — Modell eines geolog. Profils der Kleinzeller Terrasse. Földtani Közlöny. 19. köt. pag. 33 és 121. 1899.
34. 1900. SCHMIDT SÁNDOR: Az Erzsébet-híd budai hidfőjének alapozásánál feltárt ásványok (fluorit). Die bei dem Bau des Budaer Brückenkopfes der Elisabethbrücke gefundenen Mineralien (Fluorit). Földt. Közl. 30. k. p. 173. 1900.
35. 1902. SUESS, ED.: Über heisse Quellen. Verh. d. Ges. deutsch. Naturf. und Ärzte. Leipzig, 1902 és Internationale Mineralquellen-Zeitung. Wien. Nr. 55—56. 1902.

36. — SCHAFARZIK FERENC: Magyarázat Budapest—Szentendre földtani térképlaphoz. A m. kir. Földtani Intézet kiadása. Budapest. — Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Budapest—Szentendre. Herausg. von der kgl. ungar. Geol. Anstalt. Budapest, 1902.
37. — HALAVÁTS GYULA: Magyarázat Budapest—Tétény földtani térképlaphoz. A m. Földt. Int. kiadása. Budapest, 1902. — Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Budapest—Tétény. Herausg. von der kgl. ung. Geol. Anstalt. Budapest, 1902.
38. 1903. HULYÁK VALÉR: Ásványtani közlemények (budapesti gellérthegyi fluorit). — Mineralogische Mitteilungen (Fluorit vom Szent-Gellértberg, Budapest.) Földtani Közlöny. 33. k. pag. 55 és 176. 1903.
39. 1905. KORMOS TIVADAR: A Püspökfürdő hévizei faunájának eredete. — Über den Ursprung der Thermenfauna von Püspökfürdő. Földtani Közlöny. 35. köt. pag. 401 és 421. 1905.
40. 1906. SCHAFARZIK FERENC: Szakértői javaslat a József cs. és kir. főherceg öfenségeinek tulajdonát képező szentmargitszigeti artézi gyógyforrás védőterületének megállapítása ügyében. Kézirat gyanánt. Budapest, 1906.
41. — VADÁSZ M. ELEMÉR: Budapest-Rákos felsőmediterránkorú faunája. Über die obermediterrane Fauna von Budapest-Rákos. Földtani Közlöny. 36. köt. pag. 256 és 323. 1906.
42. — STAFF JÁNOS: Adatok a Gerecse-hegység sztratifrafiái és tektonikai viszonyaihoz. A m. kir. Földtani Intézet Évkönyve. 15. k. 3. füzet, 1906. — Beiträge zur Stratigraphie und Tektonis des Gerecsegebirges. Jahrb. der kgl. ung. Geol. Reichsanstalt. 15. Bd. 3. Heft, 1906.
43. — LIFFA AURÉL: Felvételi jelentései az 1903., 1906., 1907., 1908. évekről. A m. kir. Földt. Int. Évijelentései. — Aufnahmsberichte von A. LIFFA von den Jahren 1903, 1906, 1907, und 1908. Jahresberichte der kgl. ungar. Geol. Reichsanstalt.
44. 1907. STEGL, KARL ING.: Die Wasserverhältnisse des Graner Braunkohlenrevieres. Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. 1907. Nr. 15.
45. 1908. KALECSINSZKY SÁNDOR: A margitszigeti artézi kút vizének hőmérséki viszonyairól. — Über die Temperaturverhältnisse des artesischen Brunnenwassers der Margitinsel in Budapest. Földt. Közl. 38. k. p. 337 és 471. 1908.
46. 1909. PÁLFY MÓR: A thermális vizek felszínre emelkedéséről. — Über das Aufsteigen der Thermalwasser an die Oberfläche. Földtani Közlöny. 39. köt. pag. 16 és 108. 1909.
47. 1911. KORMOS TIVADAR: Egy új teknősfaj (*Clemmys Méhelyi* n. sp.) a magyarországi pleisztocénból. Földtani Közlöny. 41. k. pag. 420. 1911. — Une nouvelle espèce de tortue (*Clemmys Méhelyi* n. sp.) du pleistocène hongrois. Földt. Közlöny. 41. k. p. 506. 1911.
48. — JACZEWSKY LEONÁRD: A források fiziko-chemiai természetének vizsgálatához szükséges adatok kritikai áttekintése. A m. kir. Földtani Intézet Évkönyve. — 19. k. 1. f. 1911. — Kritische Übersicht der Materialien zur Erforschung der physisch-chemischen Natur der Wasserquellen. Jahrbuch der kgl. ung. Geol. Reichsanstalt. 19. Bd. 1. Heft. 1911.

★

Megjegyzés. Azokra a munkákra, amelyek nem tartoznak szorosan a tárgyra, valamint kézirati jellegű munkákra a szövegben ★ alatt történik hivatkozás.

VIII. TÁBLA.

Jelmagyarázat a térképhez.

1. Felsőtriász dolomitból és mészkőből, továbbá felsőeocén mészkőből és alsó-oligocén (hárshegyi homokkőből felépült) alaphegység.
2. Régebbi sülyedési területek, amelyeket eocén- és oligocén üledékek töltenek fel.
3. Fiatalabb, neogén üledékektől feltöltött sülyedési területek.
4. Széchenyihegyi édesvízi mészkő.
5. A neogén vulkánosság területe.
6. A neogén hévforrási tevékenység nyomai.
7. Pleisztocénkori mésztufák.
8. Mai hévforrások.
9. Fontosabb szegélytörésvonalak. (Gerecse = STAFF, Vértess = TAEGER nyomán.)
10. Szénbányák.

